ZUR

LEHRE VON DEM VERHÄLTNISS

DER

GANGLIENKÖRPER ZU DEN NERVENFASERN.

NEUE BEITRÄGE

VON

Dr. F. H. BIDDER

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN DORPAT.

NEBST EINEM ANHANGE

VON

Dr. A. W. VOLKMANN

PROFESSOR IN HALLE.

MIT ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

DRUCK UND VERLAG VON BREITKOPF UND HÆRTEL.

1847.

HERRN

D^R. GOTTLIEB FRANZ EMANUEL SAHMEN

KAISERL. RUSS. STAATSRATHE, MEHRERER ORDEN RITTER ETC., EMERITIRTEM ORDENTL. PROFESSOR
DER THERAPIE UND KLINIK AN DER KAISERL. UNIVERSITÄT ZU DORPAT

SEINEM HOCHVEREHRTEN LEHRER UND COLLEGEN

WIDMET DIESE SCHRIFT

ALS EIN ZEICHEN

SEINER DANKBARKEIT, HOCHACHTUNG UND ERGEBENHEIT

DER VERFASSER.

Einleitung.

Die Geschichte der verschiedenen Naturwissenschaften führt uns nicht selten die bemerkenswerthe Thatsache vor Augen, dass Ansichten über gewisse Verhältnisse ausgesprochen, allgemein angenommen und als Gesetze anerkannt wurden, für welche die Empirie die erforderlichen Beweise in aller Vollständigkeit zur Zeit noch nicht herbeizuschaffen vermocht hatte. Auf den ersten Blick scheint ein solches Verfahren den unveräusserlichen und heutigen Tages zwar vielfach gepriesenen, aber häufig genug vernachlässigten Grundsätzen exacter Naturforschung allerdings zu widersprechen. Aber bei genauer Erwägung aller in solchen Fällen obwaltenden Umstände wird man früher oder später die Ueberzeugung gewinnen, dass das geistige Auge, von sicheren erfahrungsgemässen Grundlagen ausgehend, zuweilen auch schon in solchen Gebieten Bahnen zu erspähen vermag, in welche das irdische Auge vorläufig noch nicht einzudringen vermochte, und wohl darf es als einer der erfreulichsten Erfolge der Wissenschaft angesehen werden, wenn auf Bahnen, die in solcher Weise nur angedeutet werden konnten, die nachfolgende empirische Forschung nicht bloss eine Bestätigung und Befestigung früherer Aussprüche findet, sondern selbst neuen Boden zu erfolgreichen Fortschritten gewinnt. Belege hierfür von mehr oder weniger Bedeutung liefert wohl jeder Zweig der in der Erfahrung wurzelnden Wissenschaften; auch die Anatomie und Physiologie haben Beispiele dieser Art aufzuweisen, und eben ein solches ist es, zu dessen Darlegung die folgenden Blätter dienen sollen.

„Das Haupt der Physiologie ist die Physiologie des Hauptes“. Mit diesen Worten begann einst der vielverdiente Burdach sein bekanntes Werk über Bau und Leben des Gehirns, und bezeichnete damit diejenigen Lehren der Physiologie, die nach dem damaligen Stande dieser Wissenschaft der Beachtung besonders werth gehalten wurden. Heute zu Tage dürfte es nicht unangemessen erscheinen, diesen Satz in den folgenden umzukehren: der Nerv der Physiologie ist die Physiologie der Nerven. In der That, in dem Nervensystem scheint das Räthsel des Körperlebens des Menschen und der Thiere vorzugsweise verborgen zu liegen, von den eigenthümlichen Wirkungen dieses Systems scheint der Charakter des thierischen Lebens zum grössten Theil bedingt zu sein. Ist doch selbst in denjenigen Lebenserscheinungen, die noch am meisten den physikalisch-chemischen Principien sich

anpassen lassen, das dem Leben Eigenthümliche, dasselbe Unterscheidende und Charakterisirende immer die vom Nervensystem abhängige Seite solcher Phänomene; man denke nur an die durch die lebendige Action der Gefässwände und anderer häutiger Organe modificirten Diffusionserscheinungen im Organismus. Jeder Zuwachs also unserer anatomisch-physiologischen Erkenntniss des Nervensystems, darf mit besonderem Rechte ein Fortschritt der Physiologie genannt werden, indem ein solcher schon im Voraus für ganz besonders geeignet gehalten werden muss, uns der uns zugänglichen Quelle des Lebens näher zu bringen. Diess mag einerseits es entschuldigen, wenn ein schon so vielfach besprochener Gegenstand wie der Bau des Nervensystems hier abermals zur Sprache gebracht wird; andererseits wird der gegenwärtige Zustand derjenigen Lehre, die den Gegenstand der folgenden Untersuchungen bildete, diess Beginnen rechtfertigen.

Schon während derjenigen Periode unserer Wissenschaft, zu welcher in die Formelemente des thierischen Organismus und also auch in die Verbindung derselben zu Geweben kaum irgend eine oder doch nur eine höchst dürftige Einsicht gewonnen werden konnte, war das Verhältniss der Nervenfasern — worunter man damals Bündel der heutigen Primitivfasern verstand — zu den Ganglien und innerhalb dieser Anschwellungen ein Gegenstand wiederholter Untersuchungen und mannigfacher Vermuthungen und Hypothesen geworden. Wenn demnach schon damals die nur dunkle Ahnung von dem Einfluss, den ein Blick in diese Verhältnisse auf die Physiologie haben würde, hinreichte, um die Aufmerksamkeit der Anatomen immer von Neuem auf dieselben zu lenken, so ist es natürlich, dass in unsern Tagen, wo die Bedeutung jener Gebilde mehr und mehr aus dem geheimnissvollen Dunkel hervorzutreten begonnen hat, und wohlbegründete Erfahrungssätze an die Stelle blosser Meinungen getreten sind, ein erneuerter Eifer sich kund gab, die anatomischen Grundlagen dieser Erkenntnisse zu erweitern und zu befestigen. Seitdem das Mikroskop in den zum Nervensystem gehörenden Partieen zwei verschiedene Formelemente nachgewiesen hatte, Fasern nämlich und Kugeln oder Zellen, ward es eine Hauptaufgabe bei jeder neuen Untersuchung in diesem Gebiete, das gegenseitige Verhältniss jener beiden Elemente genauer zu ermitteln und mit grösserer Sicherheit festzustellen. Seitdem ferner die Gegenwart solcher Kugeln nicht auf die schon äusserlich sichtbaren und auffallenden Ganglien beschränkt sich zeigte, sondern auch im Gehirn und Rückenmark nachgewiesen wurde, musste die Untersuchung über ihr Verhalten zu den Fasern des Nervensystems auch auf diese Gebilde sich erstrecken. So war also ein weites Gebiet zur Ermittlung dieses einen Punctes in der Textur des Nervensystems geöffnet, und der Weitschichtigkeit dieser Aufgabe entsprach auch der Eifer, mit welchem die verschiedensten Kräfte sich derselben zuwandten. Leider jedoch schritten nicht in demselben Maasse die Erfolge dieser Bemühungen vorwärts. Denn theils standen die Angaben verschiedener Forscher in dem grellsten Widerspruche zu einander, theils wollte es dem Einen nicht gelingen, die Erfahrungen des Andern zu wiederholen, theils endlich tritt in manchen dieser Erfahrungen die innere Unwahrscheinlichkeit

so auffallend hervor, dass selbst der lebhafteste Wunsch zu einem auch nur vorläufigen Abschluss in dieser Angelegenheit zu gelangen, unbefriedigt bleiben muss. Wenn diese Ansicht über den dermaligen Stand derselben von anderen hierüber laut gewordenen Urtheilen wesentlich abweicht, und wenn diese Abweichung es rechtfertigen soll, dass der von andern Seiten schon für erledigt angesehene Gegenstand hier abermals zur Sprache gebracht wird, so ist es zur Begründung und Feststellung jener Ansicht unvermeidlich, den Gang der bisherigen Untersuchungen und das Resultat, zu dem sie geführt haben, in gedrängtester Kürze darzustellen und zu beleuchten.

I. Uebersicht der bisherigen Untersuchungen über das Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenkugeln.

§. 1. Ehrenberg, der bekanntlich zuerst mit den neueren mikroskopischen Hilfsmitteln die Untersuchungen über die Textur des Nervensystems wieder aufnahm, verdanken wir auch die ersten Angaben über die in demselben vorkommenden Kugeln. Unter dem Namen „drüsenartige Kugeln“ oder „keulenförmige Körper“ führte derselbe in die Texturlehre jenes Systems wesentlich neue Elemente ein, die er im Ganglion coeliacum des Meerschweinchens[1]), in den Ganglien der Rückenmarksnerven bei Vögeln[2]) und in dem sogenannten Gehirn vieler wirbelloser Thiere fand[3]). Obgleich er namentlich bei den letzteren den Uebergang dieser Körper in cylindrische Fasern mehrfach abbildet, spricht er sich doch über die Natur dieser Fasern nicht aus. Dass er dieselben für Nervenröhrchen gehalten habe, ist unwahrscheinlich, da das diesen Elementen zukommende Nervenmark nicht mit dargestellt ist. Auch erklärt Ehrenberg ganz unumwunden, dass ihm der Zusammenhang dieser Körper unklar geblieben sei[4]).

Purkinie ferner, der durch die zahlreichen unter seiner Leitung unternommenen und veröffentlichten histologischen Arbeiten einen so mächtigen Einfluss auf die Ausbreitung und Gestaltung der mikroskopischen Anatomie ausgeübt hat, hatte auch den verschiedenen Theilen des Nervensystems wiederholentlich seine Aufmerksamkeit zugewendet, und zwar betrafen schon seine ersten Mittheilungen hierüber[5]) die beiden wesentlichen Formelemente

1) Structur des Seelenorgans, Berlin 1836, tab. II, fig. V; in fig. IV, k sind ähnliche Körper auch vom Eichhörnchen abgebildet, in der Erklärung der Tafel jedoch nicht erwähnt.

2) pag. 31. — 3) tab. VI. — 4) pag. 57.

5) Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Prag im Jahre 1837, Prag 1838, pag. 177 u. folgg.

dieses Systems. Nachdem er a. a. O. die Fasern sowohl als die Kugeln genau geschildert, und namentlich die letzteren so vollständig beschrieben hat, dass allen nachfolgenden Arbeiten über dieselben kaum etwas Wesentliches hinzuzufügen übrig blieb, sieht er sich nichtsdestoweniger zu dem Ausspruch veranlasst, dass er über den Zusammenhang der gangliösen Körperchen mit den elementaren Nerven- oder Hirnfäden noch nichts Bestimmtes habe ermitteln können[1]). Unter diesen Umständen konnte denn auch über die sogenannten Fortsätze dieser gangliösen Körperchen, die a. a. O. abgebildet und auch im Texte angegeben sind, keine nähere Auskunft ertheilt werden, und es musste ganz dahin gestellt bleiben, ob sie zu einer Verbindung der Kugeln mit den Nervenfasern dienen, oder Reste jener zelligen oder gar faserigen Hülle seien, die die Nervenkugeln in den Ganglien besitzen, und nur nach dem stärksten Druck verlassen sollen. Die letztere Bedeutung dieser Fortsätze musste indessen nach diesen Untersuchungen für unwahrscheinlich gelten, da Purkinie dieselben auch an den gangliösen Körperchen verschiedener Hirntheile fand und abbildete, von faserigen Hüllen jedoch an diesem Orte nicht spricht.

§. 2. Während die genannten beiden Begründer der neuern mikroskopischen Anatomie überhaupt und der Histologie der Nerven insbesondere, die Frage nach dem Verhältniss der Nervenfasern zu den gangliösen Körperchen sich zwar vorlegten, die Antwort auf dieselbe damals jedoch noch ablehnten, sahen wir dagegen unmittelbar darauf, oder fast gleichzeitig mit denselben, ja zum Theil selbst noch vor ihnen zwei jüngere Forscher in die Schranken treten, die zwar mit grosser Entschiedenheit, aber leider im schroffsten Gegensatz zu einander diese Angelegenheit behandelten. Wer kennt nicht die am Ende des vorigen Jahrzehends zwischen Valentin und Remak entstandene und mit nur zu grosser Lebhaftigkeit geführte Controverse! Während Valentin in seiner grossen Nervenarbeit[2]) den continuirlichen Zusammenhang der Fasern und Kugeln überall, sowohl im peripherischen als centralen Nervensystem leugnete, und die Kugeln nur in die Maschen der Faserplexus sich einlagern oder die Fasern umlagern liess — daher von ihm Belegungsmasse genannt —, vertheidigte Remak[3]) dagegen mit derselben Zuversicht den Ursprung eigenthümlicher von ihm sogenannter organischer oder grauer Nervenfasern von den Kugeln selbst, und meinte hiermit der alten Ansicht von der den grossen Nervencentren ähnlichen Natur der Ganglien neue oder vielmehr die ersten anatomischen Stützen dargeboten zu haben. Das Urtheil über diesen Streit, wenigstens über die eine Seite desselben, möchte jedoch heute wie schon längst nicht mehr zweifelhaft sein. Wie schon Valentin selbst in seiner ersten Kritik der Remak'schen Beobachtungen darzuthun suchte[4]), dass die von den Ganglienkugeln ausge-

1) Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Prag im J. 1837. Prag 1838. pag. 179, b.

2) Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven, in Nova Acta Academ. Caes. Leopold. Carolin. Volum. XVIII.

3) Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berol. 1838.

4) Müller's Archiv 1839.

henden Fasern, welche Remak für Nervenfasern gehalten hatte, nur Fetzen der durch die Präparation gelösten bindegewebigen Hüllen der Kugeln seien, so haben ziemlich einstimmig alle späteren Untersuchungen auf diesem Gebiete dahin entschieden, dass Remak's Fasern zum Nervengewebe nicht gehören, sondern nur zur Bindesubstanz gerechnet werden dürfen. Dabei darf jedoch nicht unbemerkt bleiben, dass der hierbei begangene Irrthum durch die damalige unvollständige Einsicht in die Textur des Bindegewebes wohl zu entschuldigen ist. So lange man nur die Bindegewebe erkennen durfte, wo cylindrische, sehr feine, geschwungene, mannigfach einander durchkreuzende Fasern dem Blicke sich darboten, musste man mit vollem Rechte Anstand nehmen, anders geartete Theile, gröbere ,,gelatinöse" Fasern, diesem Gewebe zuzurechnen. Erst mit der Erkenntniss der verschiedenen Entwickelungsstufen, unter denen die Bindesubstanz sich darbietet, erhält die schon früher geäusserte Meinung über jene fraglichen Fasern die rechte Sicherheit, und erst auf dieser Grundlage konnte sie zur vollen Ueberzeugung werden [1]).

So war also in dem erwähnten, zwischen Valentin und Remak begonnenen wissenschaftlichen Streite vorläufig ersterer Sieger geblieben. Denn so lange der Ursprung wahrer Nervenfasern von den Kugeln nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, blieb die entgegengesetzte Meinung, die diesen Ursprung ganz leugnete, in ihrem vollen Rechte. Valentins Behauptung, dass in den Ganglien keine neuen Nervenfasern entspringen, dass in denselben vielmehr nur vom Gehirn und Rückenmark herkommende Fasern entweder geraden Weges oder nach mannigfachen zwischen den Kugeln beschriebenen Umwegen (umspinnende Fasern) hindurchtreten, konnte daher von dieser Seite her kaum angegriffen werden, so wenig auch von allen oder mehreren in einem Ganglion enthaltenen Fasern, ja nur von einer einzigen jener Ursprung und Verlauf vollständig und überzeugend nachgewiesen war. Und der Analogie nach durfte ebenso wenig an einen Ursprung der Hirn- und Rückenmarksfasern von den in diesen Centraltheilen vorhandenen Kugeln geglaubt werden, obgleich auch die von Valentin behauptete schlingenförmige Vereinigung der centralen Enden zweier solcher Fasern, trotz der von demselben hierfür angeführten Beobachtungen, für mindestens ebenso zweifelhaft und unerwiesen gehalten werden musste. Es durfte überdiess als eine nicht geringe Stütze der Valentin'schen Ansicht angesehen werden, dass auch Henle in seiner allgemeinen Anatomie sich zu ihr bekannte. Zwar erwähnte derselbe [2]) von den Ganglionkugeln ausgehend wahre Fortsetzungen, die aus derselben Substanz wie die Ganglienkugeln bestehen sollen, und nicht mit den Fragmenten der diesen letzteren äusserlich aufliegenden kernhaltigen Fasern zu verwechseln seien; doch hält er diese Fortsetzung für Reste zerrissener ,,Commissuren", durch welche bei jüngeren Thieren öfters zwei Ganglienkugeln verbunden sein sollen. Einen Ursprung wahrer Nervenfasern von den Kugeln stellt auch Henle in Abrede.

1) Reichert, vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe. Dorpat 1845. pagg. 106, 147.
2) Allgem. Anatom. pag. 654.

§. 3. Inzwischen wurden jedoch Erfahrungen bekannt gemacht, welche der alten und zuletzt wieder von Remak vorgetragenen Ansicht neue Stützen darboten. Die Untersuchungen, welche Volkmann und ich über das sympathische Nervensystem angestellt hatten, hatten die unzweifelhaften Beweise geliefert, dass nicht alle im Sympathicus enthaltenen Nervenfasern vom Gehirn oder Rückenmark herkommen können, dass es vielmehr innerhalb des Sympathicus selbst noch andere Quellen von Nervenfasern geben müsse. Durch sorgfältige Untersuchung der ein- und austretenden Zweige mancher Ganglien war es uns ferner gelungen, die Ueberzeugung zu begründen, dass in diesen Ganglien eine Vermehrung der Nervenfasern stattfinden müsse, dass sie also Quellen oder Ursprungsstellen jener Nervenfasern seien, die sich vom Gehirn oder Rückenmark nicht herleiten liessen. Wir mussten uns damals auf diesen allgemein gehaltenen Ausspruch beschränken; denn über die Art jenes Ursprungs waren wir nach unsern damaligen Erfahrungen nicht im Stande etwas Näheres und Sicheres anzugeben. Trotz der Aufmerksamkeit, die wir schon zu jener Zeit diesem Gegenstande zugewendet hatten, mussten wir es doch gänzlich dahingestellt sein lassen, ob etwa schlingenförmige Umbiegungen der Fasern in einander, oder im Zusammenhang derselben mit den Ganglienkugeln, oder andere Verhältnisse hier obwalteten.

Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen oder bald nach Veröffentlichung derselben, zum Theil durch dieselben hervorgerufen, wurden jedoch noch mehrere Arbeiten bekannt gemacht, die diese Frage zu beantworten suchten.

Zunächst geschah diess von Helmholtz[1]), der sich hierbei an die wirbellosen Thiere wandte. Er unterscheidet in den Ganglien des Blutegels, des Fluss-Krebses, und einiger Schnecken zwei Formen von Ganglienzellen, indem dieselben entweder rund oder oval sind und eines Fortsatzes ermangeln, oder mit einem solchen versehen, also geschwänzt sind, und hierbei, indem das Ende dieses Schwanzes offenbar abgerissen ist, eine wechselnde Gestalt erlangen. Diese Schwänze oder Fortsätze sind cylindrisch, ebenso breit wie die Nervenfasern, bald mit einer allmäligen Erweiterung in die Zellen übergehend, bald als überall gleichmässige Stränge ihnen aufsitzend; ihr Anfang enthält ein wenig von derselben granulirten Materie, von der die Zelle selbst erfüllt ist, die entfernten Partieen sind den Nervenfasern ganz ähnlich. Helmholtz scheint für jede Zelle auch nur einen Fortsatz zu statuiren; denn wenngleich er diess nicht ausdrücklich bemerkt, so darf es doch erschlossen werden daraus, dass er vor der Verwechselung dieses Fortsatzes mit einem von der gegenüberliegenden Stelle der Ganglienkugeln ausgehenden Bündel von Bindegewebefäden warnt; zur Unterscheidung macht er darauf aufmerksam, dass letzteres aus wellenförmig gebogenen Fibrillen bestehe, meistens unregelmässig sei und durch Essigsäure fast verschwinde (pag. 8 und 10). Ob alle Nervenfasern von den Zellen herkommen, oder ob einige derselben um die Zellen umliegend zur Peripherie zu-

1) De fabrica systematis nervosi evertebratorum diss. Berolin. 1842.

rückkehren, sei schwer zu entscheiden. Dagegen sucht Helmholtz durch vergleichende Schätzung der Zahl von Nervenfasern, die von einem Ganglion herkommen, und der in einem solchen enthaltenen Zellen zu beweisen, dass ein Ganglion zwei- bis dreimal mehr Zellen enthalte, als Fasern von demselbeu abgehen, wonach die Möglichkeit nicht in Abrede gestellt werden könne, dass alle Fasern von den Zellen entspringen (p. 22 u. 23). — Vermisst wird bei diesen Mittheilungen Helmholtz's eine Angabe darüber, wie sich die Primitivnervenfaserscheide zu der Hülle der Ganglienzelle verhalte, indem diess für die histologische Berurtheilung dieser Angelegenheit von entschiedener Wichtigkeit ist. Bemerkt muss jedoch werden, dass Helmholtz jeder Ganglienkugelzelle ausser der ihr eigenthümlichen einfachen und structurlosen Membran eine die ganze Zelle umgebende Bindegewebehülle zuspricht, die als Bündel von der andern Seite der Zelle (ab altero latere?) zu den Nachbartheilen hinübergeht, dass endlich der fein granulirte Inhalt der Zelle ausfliesse, jedoch mit Wasser sich nicht mische, sondern unregelmässige Gerinnsel bilde (pag. 8).

§. 4. Bei Untersuchung der Ganglien wirbelloser Thiere hat auch Will[1]) den Ursprung der Fasern in denselben beachtet. Er bemerkt in dieser Beziehung zuerst, dass durch die ganze Reihe der wirbellosen Thiere ein Unterschied zwischen verschiedenen Arten von Ganglienkugeln bestehe. Die eine Art, bei welcher der Zwischenraum zwischen der äussern Hülle und inneren Zelle durch eine im frischen Zustande glashelle Masse ausgefüllt sei, besitze immer nur einen Anhang in Form einer einfachen Röhre, der sich nie in Zweige spalte. Bei der anderen Art besitze die äussere Hülle an ihrer inneren (?) Seite in bedeutender Anzahl kleine runde kernlose Zellen, die auch nach Zerquetschung des Nervenkörperchen an der Hülle hängen bleiben, und von diesen Körperchen sieht man sehr häufig mehrere Anhänge ausgehen, gewöhnlich nach einer Richtung, zuweilen jedoch auch in von einander entgegengesetzten Richtungen. Diese Anhänge sind, indem sie in ihrer ganzen Dicke aus Fasern von 0,05‴ im Durchmesser bestehen, der Länge nach gestreift, und am dicksten wo sie an der Hülle festsitzen, unterscheiden sich durchaus von den Anhängen der ersten Art, bilden keine Röhre, und spalten sich bald nahe an ihrem Ursprunge, bald erst in ziemlich weiter Entfernung von demselben in 2 und 3 Aeste, die wiederum feinere Zweige abgeben und nicht selten in einzelne Fasern zerfallen. Diese letzten wie die grösseren Zweige laufen in unbestimmten Zwischenräumen in kleine ganglienartige (?) Anschwellungen zusammen, die in der Mitte eine kernartige dunkle Stelle haben; wahrscheinlich sind hier Kerne des Bindegewebes gemeint. Nachdem Will hierauf das Lageverhältniss der Nervenfasern und Kugeln innerhalb der Ganglien geschildert, und dabei hervorgehoben, dass die Nervenkörper mit ihrer Spitze oder ihrem Anhange nach den Nervenprimitivfasern hin gerichtet seien, bemerkt er, dass diese Anhänge sich an die durchsetzenden Primitivfäden anlegen, und bereits hier denselben an Dicke und Structur ziemlich gleich

1) Müller's Archiv 1844, pag. 76.

geworden sind, während im weiteren Verlauf des Nerven sich kein Unterschied mehr zwischen den Primitivfäden und Anhängen auffinden lässt, woraus sich denn ergebe, dass die Nervenkörperchen mit einfachen röhrigen Anhängen als Anfänge oder Enden von Nervenprimitivfasern zu betrachten seien. Der Zusammenhang der Nervenfasern mit den Ganglienkugeln ist demnach von Will nicht direct betrachtet, sondern nur vermuthet und erschlossen worden. — Die Bedeutung der anderen mit faserigen Anhängen versehenen Nervenkörperchen lässt sich nach Will nicht genügend bestimmen; doch meint er, dass durch dieselben der Zusammenhang des Gehirns mit den entfernteren Nervenkörperchen und deren Fasern, sowie der einzelnen Primitivfasern unter einander ermittelt werde.

§. 5. Die wirbellosen Thiere hält auch Günther[1]) für besonders geeignet, die Verhältnisse der Ganglienkugeln zu den Fasern zu untersuchen, indem man die kleinen Ganglien derselben im unversehrten Zustande betrachten könne, während bei höheren Thieren das Ganglion zerrissen werden müsse, und deshalb der Zusammenhang der Fasern mit den Fasern äusserst selten gesehen werde. Jedes Ganglienkörperchen besitze eine zarte structurlose Hülle, von der eine hohle Fortsetzung abgehe, die dem ganzen Körperchen eine keulenförmige oder birnförmige Gestalt verleihe, und sich in den Ganglien an einen Nervencylinder so anlege, dass durch dieselbe das keulenförmige Körperchen (die Ganglienkugel) seinen Inhalt in den Nervencylinder ergiesse. Günther findet den Inhalt der Nervencylinder dem der Kugel ähnlich, während in dem Inhalte der letzteren eine völlig runde zellenähnliche Kugel liege, so dass man leicht zu dem Irrthum verleitet werde, als sei das ganze keulenförmige Körperchen eine eingekapselte Zelle. Diese Kugeln — hierunter wird also wohl das ganze keulenförmige Körperchen und nicht die eingekapselte Zelle allein verstanden — sind bei den Wirbelthieren innerhalb der Ganglien noch von einer Scheide umgeben, die sich auch auf die Nervenfasern fortsetzt, und von Remak für vegetative Nervenfasern gehalten worden ist. — Wenn Günther's Ansicht sonach im Wesentlichen mit der von Will gelieferten Beschreibung übereinstimmt, so unterscheidet sie sich von der letzteren doch in dem wichtigen Puncte, dass Günther hier nicht Anfänge oder Enden von Nervenfasern annehmen mag, weil er einen Unterschied in der Zahl der in ein Ganglion eintretenden und aus demselben austretenden Nervenfasern nie habe wahrnehmen können[2]); sondern — was freilich nur aus tab. III. fig. 7 entnommen werden kann, da Günther im Texte seines Werkes sich hierüber nicht weiter ausspricht —

---

1) Lehrbuch der allgemeinen Physiologie, Leipzig 1845, pag. 396 u. folgg.

2) Gewiss würde Günther diese Behauptung nicht ohne weitere Begründung derselben ausgesprochen haben, wenn er Notiz genommen hätte von den ausführlichen Untersuchungen, welche Volkmann und ich eigends zu dem Zwecke angestellt hatten, das Verhältniss der in den ein- und austretenden Zweigen eines Ganglion enthaltenen Fasermenge möglichst genau zu bestimmen; aber aus unserer betreffenden Schrift hat der Verf. eben nur ein Paar Messungen von Nervenfasern entnommen.

ein seitliches Aufsitzen der Ganglienkugel auf einer Nervenfaser annimmt. — Auch Günther unterscheidet die mit mehreren Fortsätzen versehenen Nervenkörper als solche, deren Zusammenhang mit den Primitivcylindern man noch nicht kenne, und deren granulirte Hülle sich in mehrere sehr feine, ebenfalls gekannte Verlängerungen fortsetze, welche auch ihrerseits in die vegetativen Fäden Remak's übergehen, deren Inhalt jedoch nicht bekannt sei.

§. 6. Wenn die bisher genannten Forscher zur Erledigung der vorliegenden Frage sich vorzugsweise an die wirbellosen Thiere hielten, so sind von anderen auch die höheren Thierclassen gebührend berücksichtigt worden und namentlich hat Hannover[1]) vorzugsweise Fische und Frösche zu jenem Zwecke untersucht. Die von ihm sogenannten vegetativen Nervenfasern, die man in den Ganglien und in den von denselben ausgehenden Nerven antreffe, und die fein, blass, sehr fein punctirt sein, eines besonderen lineären Conturs ermangeln (?) und eine grosse Neigung haben sollen sich zu spalten — (diess alles scheint auf eine Verwechselung mit Bindegeweben hinzuweisen) — entspringen von den Zellen bald als unmittelbare Fortsetzungen derselben, bald durch den Contur der Zelle von dieser selbst getrennt. Zuweilen nehmen mehrere Fibern von derselben Zelle ihren Ursprung, so dass sie bei engerm Nebeneinanderliegen eine einzige sehr breite Faser zu bilden scheinen; einen Unterschied zwischen den Zellen mit einfachen und mehrfachen Faserursprüngen macht Hannover nicht geltend. Obgleich derselbe ferner diese vegetativen Fasern, namentlich bei Fischen, für hohl erklärt, ist doch über den Zusammenhang dieser Höhlung mit der Ganglienzelle, und über das Verhältniss der Hülle der Ganglienzelle zu der abgehenden Faser nichts Näheres bemerkt.

Die meiste Beachtung haben in dem beregten Gebiete in der jüngsten Zeit die Mittheilungen Kölliker's[2]) gefunden. Indem derselbe die von Volkmann und mir über die Textur des Nervensystems ausgesprochenen Erfahrungen zu prüfen beabsichtigte, glaubte er dieselben zugleich durch die Angaben über den ununterbrochenen Zusammenhang zwischen den Ganglienkugeln und Nervenfasern erweitern zu können. Er beruft sich hierbei besonders auf Beobachtungen an den Spinalganglien und sympathischen Ganglien des Frosches (pag. 18) Hier finden sich nämlich neben Ganglienkugeln, die gar keine Fortsätze abgeben, eine Menge anderer, die eine mehr oder weniger birnförmige Gestalt besitzen, und an ihren Spitzen in einen Fortsatz ausgezogen sind, der wie die Ganglienkugeln blass und fein granulirt erscheint und als eine unmittelbare Verlängerung derselben zu betrachten ist. In bald grösserer bald geringerer Entfernung von den Ganglienkugeln, doch selten dicht an denselben oder weiter davon ab als 0,015‴, nimmt dieser Fortsatz ziemlich plötzlich, doch ohne dass eine scharfe Grenze festzusetzen wäre, eine andere Natur an, be-

1) Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague 1844, pag. 31.

2) Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Beobachtungen bewiesen. Zürich 1844.

kommt dunkle Conturen, licht granulirten Inhalt und wellige Ränder, mit einem Worte, er wird zu einer feinen Nervenfaser, und Ganglienkugeln mit ihren Fortsätzen, sowie Nervenfasern werden von einer zusammenhängenden, aus Remak'schen Fasern bestehenden Scheide umgeben. Dieselben Verhältnisse fand Kölliker dann auch in den Spinalganglien der Schildkröte und der Katze, im Gasser'schen Knoten der Katze und des Meerschweinchens, im vierten Brustknoten der Katze allein dreizehnmal, und wenn er gleich in anderen Ganglien der genannten Geschöpfe, sowie bei anderen Thieren solche Verhältnisse bei der grossen Schwierigkeit dieser Untersuchung nicht nachweisen konnte, so steht er doch nicht an, sich dafür zu erklären, dass, wie beim Frosch, auch bei andern Wirbelthieren in den Ganglien der Cerebrospinalnerven und des Sympathicus feine Nervenfasern entspringen.

Während, wie ich nicht verhehlen kann, auch durch diese Darstellung meine Zweifel darüber, dass der Abgang der Nervenfasern von den Ganglienkugeln nun vollständig erwiesen sei, noch keineswegs gehoben wurden, während mir vielmehr die Angabe, dass der von der Ganglienkugel ausgehende Fortsatz erst seine Natur ändern müsse, um zu einer feinen Nervenfaser zu werden, äusserst bedenklich schien, haben Kölliker's Untersuchungen anderwärts einen ganz ausserordentlichen Erfolg gehabt. Vor allem gehört hieher der Umstand, dass Valentin durch dieselben sich veranlasst erklärte, seine heftige Opposition gegen die von Volkmann und mir vertheidigte Selbstständigkeit des Sympathicus — wie es scheint sogar ohne Kölliker's Erfahrungen selbst zu prüfen — sogleich aufzugeben, und eine theilweise Selbstständigkeit der peripherischen Nervenknoten sofort anzuerkennen (S. Nachtrag zu Valentins Lehrbuch der Physiologie des Menschen). — Ausser vielen andern anerkennenden Berichten und Bemerkungen über Kölliker's Arbeit meinte aber auch selbst Volkmann, dass dieselbe durch den „Nachweis der Faserursprünge" tief in die Neurologie eingreife [1]), dass es nach den erfolglosen Arbeiten der im Obigen angeführten Vorgänge Kölliker vorbehalten gewesen sei, diese Angelegenheit „zu entscheiden" (pag. 498). — Ich bedaure in diesem Puncte die Ansicht meines trefflichen Freundes nicht theilen zu können, und vielmehr aussprechen zu müssen, dass nach meinem Dafürhalten durch Kölliker's Untersuchungen die fragliche Angelegenheit durchaus nicht weiter geführt worden ist, als diess durch Helmholtz, Will und Hannover bereits geschehen war [2]). Ja ich muss gestehen, dass ich nicht einsehe, was Veranlassung geben konnte, Kölliker's Angaben ein so grosses und unbedingtes Vertrauen zu schenken, wenn man die vorhergegangenen Mittheilungen über diesen Gegenstand für unzuverlässig erklärte.

Auch Volkmann macht übrigens bei Erwähnung der Beobachtungen Kölliker's die gelegentliche Bemerkung [3]), dass er ein Paar hierher gehörige Erfahrungen an den Herznerven

1) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Art. Nervenphysiologie pag. 476.

2) Ich verweise in dieser Beziehung auf Reichert's Bemerkungen in Müll. Archiv 1845, Jahresbericht, mit deren Inhalt ich im Wesentlichen mich einverstanden erklären muss.

3) a. a. O. pag. 613.

des Frosches gemacht habe, indem er von einer am Rande eines Präparats frei liegenden Ganglienkugel eine Faser entspringen sah, die den nebenliegenden sympathischen Nervenfasern vollkommen glich, und in einer ansehnlichen Länge einzeln verfolgt werden konnte.

Endlich erwähnt auch Budge[1]), dass er zuweilen Ganglienkugeln sich in Fasern verlängern gesehen habe, aber nie so glücklich gewesen sei, sie eine grössere Strecke weit zu verfolgen. Im Ganzen will derselbe in Fasern auslaufende Kugeln viel seltner gesehen haben als solche ohne Fasern. Dass diese Fasern keine Remak'schen Fasern seien, sondern den übrigen Nervenfasern auffallend gleichen, stehe fest; dagegen sei es wahrscheinlich, dass eine zarte Umhüllung der Ganglienkugeln die Fasern abgebe. Schliesslich hält Budge es für wahrscheinlich, dass aus den Ganglien Fasern in geringer Menge entspringen.

§. 4. Wenn sonach das Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenkugeln innerhalb der Ganglien bei wirbellosen Thieren sowohl als bei Wirbelthieren mehrfach Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit geworden war, so hat es auch nicht an Arbeiten gefehlt, die das Verhältniss jener beiden Formelemente des Nervensystems innerhalb des Gehirns und Rückenmarks der höheren Thiere aufzuklären suchten.

Schon oben wurde bemerkt, dass Purkinje zwar zuerst auf die Gegenwart solcher Kugeln im Gehirn aufmerksam geworden zu sein scheint, die verschiedenen Hirntheile, in denen sie angetroffen werden, bezeichnete, und die von denselben ausgehenden Fortsätze erwähnte, aber über die Beziehung der letzteren zu den Hirnfasern jede bestimmte Angabe zurückhielt. Ebenso wird es genügen zu erwähnen, dass die zwischen Valentin und Remak entstandene Differenz in Betreff der Kugeln und Fasern in den Ganglien, auch auf die Formelemente in den Centraltheilen des Nervensystems ausgedehnt wurde, und dass die früherhin ausgesprochene Ansicht über das Recht oder Unrecht in diesem Streite, wohl auch auf diesen Theil desselben zu beziehen war, ohne dass dadurch jedoch die ganze Angelegenheit für abgemacht gehalten werden durfte.

Auch Hannover hat in seiner oben erwähnten Schrift von dem Verhältniss der Hirnfasern zu den Hirnkugeln gehandelt. Er stellt an die Spitze seiner Untersuchungen über diesen Gegenstand den Satz, dass die Hirnfasern von den Hirnkugeln entspringen (p. 11), und bestimmt diess näher dahin, dass sie von der Zellenmembran und nicht vom Kern herkommen, dass vielmehr, wo letzteres der Fall zu sein scheine, diess nur daran liege, dass die Zellenmembran eine geringe Grösse habe, und dass eben das Entspringen der Fasern von den Kugeln ein Beweis sei, dass letztere wirkliche Zellen und nicht bloss Kerne seien (?). Er bemerkt ferner, dass er nie mehr als zwei Fasern von einer Zelle habe ausgehen sehen (vergl. dagegen Tab. II. fig. 38), oft jedoch häufig auch nur eine einzige Faser gefunden werde, ohne dass sich darüber entscheiden lasse, ob diess als Norm angesehen werden könne, oder ob eine Faser vernichtet sei. Der Zusammenhang der Fasern und Zellen müsse

1) Medic. Vierteljahrsschrift von Roser und Wunderlich 1846 pag. 347.

jedoch sehr locker sein, da eine weit beträchtlichere Menge von Zellen keine Fasern darbiete; Hannover hält iedoch auch die Annahme für gerechtfertigt, dass letztere eine besondere Classe von Zellen bildeten, deren Ansehn indessen von denjenigen Zellen nicht verschieden sei, von welchen Fasern entspringen. Er fügt ferner hinzu (pag. 12), dass der Inhalt der Hirnzelle nicht in die Faser übergehe, wodurch varicöse Anschwellungen der Fasern von den wahren Zellen und den von diesen ausgehenden Fasern unterschieden werden können; er warnt davor, dass man schwanzförmige Verlängerungen der Hirnzellen nicht mit den Fasern verwechseln solle. Den Ursprung der Fasern von den Zellen der Centraltheile erläutert Hannover durch zahlreiche Abbildungen. — Aehnlich hatte sich übrigens Hannover auch schon früher[1]) geäussert; indem er von Fasern gesprochen hatte, welche von den Zellen des Gehirns und Rückenmarks ausgehen, machte er auf die hierbei möglichen Verwechslungen aufmerksam, und erwähnte, dass im Allgemeinen zwei Fasern von einer Zelle entspringen, dass es aber auch eine Classe von Zellen gebe, von denen keine Fasern abgehen.

§. 8. Am bemerkenswerthesten, weil am meisten in's Detail eingehend, sind die ganz neuerdings veröffentlichten Erfahrungen von Harless[2]) über die Kugeln in den lobi electrici von Torpedo Galvanii. Es sind grosse 0,056‴ lange und 0,033‴ breite Zellen mit äusserer structurloser, zuweilen jedoch einzelne Zellen (Kerne?) zeigender Membran, wasserhellem (?) Inhalte, und eine kleinere kreisrunde Zelle (nucleus) mit einem oder zwei Kernen (nucleolus) enthaltend. Von der äussern Hülle dieser Zellen gehen Fasern aus (p. 254), die als unmittelbare Fortsätze derselben angesehen werden müssen, an der Basis breiter sind, im weiteren Verlauf schmäler werden, und theils, gegen die Oberfläche der Hirnlappen hin gerichtet, im bestimmtesten Zusammenhange mit der tunica adventitia der Gefässe der pia mater stehen, theils in ähnlicher Weise mit den inneren Hirngefässen sich verbinden, und endlich auch in nicht geringer Menge von einer Ganglienkugel zur andern gehen und Commissuren zwischen denselben bilden. Jedoch sind diese Fasern nicht als präformirte Gebilde, sondern nur als Producte der anatomischen Präparation, d. h. als mechanisch losgerissene Fibrillen des Bindegewebes zu betrachten. — Ausser diesen Fasern giebt es aber noch andere (pag. 286), die nie von der äussern Kugel, also nicht von der Hülle ausgehen, sondern für welche die innere Zelle und Kern (nucleus und nucleolus als Ausgangspunct) dienen. Dass diese letzteren Fasern wahre Nervenprimitivfasern seien, ergebe sich aus ihren dunkeln Conturen, ihrer Durchsichtigkeit im frischen Zustande, ihrer späteren Gerinnung; von ihrem Zusammenhange mit dem Kern der inneren Zelle (nucleolus) der Ganglienkugeln überzeuge man sich auf die mannigfachste Weise, und Harless ist diess wohl mehrere hundert Mal gelungen. Wenn zwei Nucleoli vorhanden sind, so gehen von

1) Müller's Archiv 1840 pag. 555.

2) Ebendaselbst 1846 pag. 283.

ihnen ganz deutlich zwei helle Fasern aus, die sich noch vor ihrem Austritte aus der Ganglienkugel zu einer Faser vereinigen; andererseits gehen auch zuweilen von einem Kern nach zwei Richtungen Fasern aus. Und diese Fasern gehen immer nach der Masse der Hirnlappen hin, sie sind also die Hirnfasern und von den erstgenannten Fasern oder Scheidenfortsätzen wohl zu unterscheiden, und auch anatomisch von denselben getrennt. — Dagegen befinden sich in der Nähe der Austrittstellen der elektrischen und respiratorischen Nerven aus dem Gehirn bis zur Austrittstelle derselben aus dem Kranium anderer Ganglienkörper, deren Scheidenfortsätze die Hülle der Primitivfasern bilden, während das Mark der letzteren auch hier von der inneren Ganglienkugel (nucleus) auszugehen scheint; die Markröhre liess sich nämlich nur bis zur Peripherie der innern Zelle, in die sie unmittelbar überging, verfolgen und helle Puncte der innern Zelle (nucleoli) fanden sich fast niemals. Von denselben Kugeln ging jedoch gewöhnlich nach der entgegengesetzten Seite noch ein Scheidenfortsatz aus, in dem niemals Marksubstanz nachzuweisen war. Jene ersten Markfasern sind die Ursprünge der peripherischen Nervenfasern. Doch fand Harless mehrmals (pag. 290) Ganglienkugeln, von welchen beide Arten von Fasern entsprangen, eine peripherische Nervenfaser und eine Gehirnfaser, welche letztere von dem Kern der inneren Ganglienkugel (nucleolus) herzukommen schien. Harless schliesst mit dem Ausspruch, dass es erwiesen sei, dass Nervenfasern von den Ganglienkugeln entspringen und dass der physiologisch bedeutende Theil der Fasern immer von der inneren Ganglienkugel und deren Kern (nucleus und nucleolus) herstamme.

§. 9. Dies ist es, was bisher über den in Rede stehenden Punct der Texturlehre des Nervensystems von verschiedenen Beobachtern mitgetheilt worden ist. Es wäre zwecklos, nochmals im Zusammenhange und im Detail hervorzuheben, in wiefern diese Angaben einander widersprechen oder noch mangelhaft sind, und mehrere Fragen, die hierbei gethan werden können und müssen, noch unerledigt lassen. Haben ja doch auch mehrere der im Obigen namhaft gemachten Forscher dies unumwunden von ihren eigenen Erfahrungen zugegeben. Dagegen kann ich nicht umhin, meine eigene Stellung zu dieser Angelegenheit hier näher zu bezeichnen. Man wird es nach den Ansichten, welche ich in Verbindung mit Volkmann über die Natur des Gangliennervensystems ausgesprochen habe, begreiflich finden, dass nichts mir erwünschter sein konnte, als von Erfahrungen zu hören, welche über den von uns mit mehrern Gründen behaupteten Ursprung neuer Nervenfasern in den Ganglien in specie Aufschluss zu bringen versprachen. Denn je weniger es uns bei unsern eignen gemeinschaftlichen Arbeiten gelungen war, über diesen Gegenstand zu einem befriedigenden Resultate zu gelangen, um so erfreulicher musste uns jeder Beitrag zu weiterer Förderung desselben sein, der die von uns aufgestellte Lehre noch mehr zu befestigen versprach. Aber trotz des lebhaften Interesses, mit dem ich nach allen den oben angeführten Mittheilungen griff, wollte es mir doch niemals gelingen, durch Wiederholung der betreffenden Erfahrungen zur Anerkennung des Thatbestandes zu gelangen. So oft auch ich diesen

Gegenstand in Untersuchung nahm, so anhaltende Mühe und Sorgfalt ich auf denselben verwendete, so eifrig ich jede neue zu dieser Untersuchung empfohlene Stelle durchforschte, und sorgfältig jede neue hierzu empfohlene Methode befolgte, ich konnte zu der Ueberzeugung von dem Ursprunge der Nervenfasern von den Kugeln nicht gelangen. Wohl kamen mir bei diesen Versuchen zuweilen Präparate vor, in welchen ein solcher Zusammenhang zu bestehen schien, und welche mit den bis dahin gelieferten Beschreibungen und Abbildungen jener Verbindungen recht wohl übereinstimmten; aber niemals bot sich mir ein Bild dar, welches alle hierbei noch obwaltenden Zweifel vollkommen beseitigt hätte. Ich gestehe, dass ich nach einer langen Reihe misslungener Versuche, nach vielen nutzlosen Opfern an Zeit und Mühe, die Hoffnung schon ganz aufgegeben, mit den gegenwärtigen Mitteln zu einer befriedigenden Einsicht in diese Verhältnisse zu gelangen, und einen Gegenstand schon ganz zu verlassen beschlossen hatte, dessen vollkommene Erledigung planmässig angestellter Forschungen für jetzt noch unerreichbar und nur einem glücklichen Zufall vorbehalten schien. Ein Zufall war es denn auch wirklich, der mich endlich einen Ort finden liess, an welchem der Zusammenhang der Nervenfasern mit den Nervenkugeln so vollständig überblickt werden konnte, dass nicht nur alle Zweifel von der Realität desselben mit einem Schlage weggeräumt, sondern zugleich der Schlüssel zur Deutung der bisher hierüber mitgetheilten Ansichten dargeboten und ein Anstoss zur weiteren Fortführung dieses Gegenstandes gegeben wurde.

II. Neue Untersuchungen über den Zusammenhang der Nervenfasern und Nervenkugeln.

1. In den Ganglien der Cerebrospinalnerven.

§. 10. Es war im Frühlinge des vorigen Jahres, als mein werther Freund und College Reichert mich aufforderte, mit ihm gemeinschaftlich eine Untersuchung der Ganglien mit Rücksicht auf den etwaigen Ursprung der Nervenfasern von den Ganglienkugeln zu unternehmen, indem derselbe behufs des Referats über diesen Gegenstand in dem für das Müller'sche Archiv bestimmten Jahresberichte, aus eigner erneuerter Anschauung einen Maassstab für die kritische Beurtheilung desselben zu gewinnen wünschte. Eingedenk der schon früher an diese Angelegenheit verschwendeten Zeit und Mühe, folgte ich dieser Aufforderung nur mit Widerstreben. Wiederum wurden Geschöpfe aus allen Wirbelthierclassen und mehrere wirbellose, namentlich Astacus, Paludina, Lymnaeus, Helix untersucht, aber mit ebenso wenig befriedigendem Erfolg als früher. Obgleich ich eine nicht geringe Dosis Geduld zu dergleichen Arbeiten mitzubringen glaube, so würde sie zu weiterem Fortschreiten auf einem so ganz erfolglos bleibenden Wege doch nicht hingereicht haben und dieser Gegenstand wäre schon längst von mir aufgegeben worden, wenn nicht Reicherts wiederholtes Andringen mich

immer wieder zu demselben zurückgenöthigt hätte. Seiner Beharrlichkeit und Unverdrossenheit ist es also zunächst zu danken, dass die folgenden Untersuchungen überhaupt wieder aufgenommen und fortgeführt wurden, und wenn durch dieselben die vorliegende, ebenso wichtige als schwierige Frage ihrer Erledigung näher gebracht sein sollte[1]), so wird das Vertrauen zu den vorgetragenen Resultaten um so grösser sein dürfen, da ich bemerken kann, dass das Folgende der Ausdruck der aus unsern gemeinschaftlichen Untersuchungen hervorgegangenen übereinstimmenden Erfahrungen und Ansichten ist. — Ohne mich jedoch in eine detaillirte Darstellung aller der Schwankungen und Wechselfälle einzulassen, denen wir auch bei dieser wiederholten Untersuchung unterworfen waren, und ohne detaillirte Angaben darüber zu machen, was uns endlich dahin geleitet habe, eine sichere Grundlage für die Beurtheilung dieses Gegenstandes zu gewinnen, will ich sogleich bemerken, dass es zunächst der Trigeminus und Vagus vom Hecht (Esox lucius) waren, die uns solche Haltpuncte darboten, und dass es an diesen Nerven des genannten Thieres ganz bestimmte Stellen sind, welche sich vorzugsweise zu dieser Untersuchung eignen.

§. 11. Der Trigeminus entspringt vom Gehirn des Hechtes mit zwei vollkommen von einander getrennten ziemlich gleich starken Wurzeln, einer vorderen und einer hinteren. Nach einem Verlaufe von ungefähr drei Linien gehen sie in ein Ganglion über, dessen Hauptmasse nach der Rückenfläche des Thieres gelagert ist und schon dem unbewaffneten Auge als gallertartig durchscheinende, gelbgraue Substanz sich darbietet. Die vordere Wurzel geht ganz in das Ganglion ein, die hintere nur theilweise, indem etwa die Hälfte ihrer Fasern oder mehr sich nach aussen und hinten wendet, durch eine eigne Oeffnung des Schädels hindurchtritt, und zu den Kiefer- und Kiemendeckelmuskeln sich begiebt. Indessen nimmt dieser Muskelast doch auch einen oder ein Paar aus dem Ganglion hervorgehende kleine Zweige auf. Mechanische Reizung der vorderen Wurzel erzeugte keine durch Bewegung sich kund gebende Reaction; Reizung der hinteren Wurzel vor deren Theilung bringt Zuckungen des Kiemendeckels und Unterkiefers hervor, während der zum Ganglion tretende Theil der letzteren diese Wirkung nicht hat. Also nur die hintere Wurzel hat motorische Fasern[2]), und diese Wurzel nun, sowohl in der zum Ganglion sich hinbegebenden Partie als auch in dem nächst angrenzenden Stück ihres ungetheilten Verlaufs, ist der geeignetste Ort zur vorliegenden Untersuchung. Die vordere Wurzel, auch wenn sie Schritt vor Schritt nach ihrer ganzen Dicke und namentlich in der Nähe des Ganglions durchgemustert wird, bietet nichts den sogleich zu erörternden Verhältnissen Analoges dar, und ebenso wenig hat sich dergleichen in der weiteren Fortsetzung dieser hinteren Wurzel zu den Muskeln der genannten Theile, oder in dem aus dem Ganglion zu ihr hinzutretenden Aste gezeigt. Wenn aber aus den bezeichneten Partieen der hinteren Wurzel, an welchen mit

1) Siehe die vorläufige Anzeige dieser Erfahrungen in Müll. Arch. 1845, Jahresbericht p. 166 u. 167.

2) Nach Büchner (Valentin's Repertorium 1838 pag. 87) soll dagegen beim Barben die vordere Wurzel „wahrscheinlich" allein die motorischen Zweige hergeben.

dem unbewaffneten Auge keine Ganglienmasse zu erkennen ist, Stücke ausgeschnitten und auf die gewöhnliche Weise mittels Nadeln ausgebreitet sind, so darf man mit Sicherheit darauf rechnen, bei Abwesenheit eines Bindegewebes, bei vollkommen rein und isolirt daliegenden Nervenfasern, Ganglienkugeln in bald grösserer, bald geringerer Menge zu finden, welche zu den Nervenfasern in folgendem, ganz unerwarteten Verhältnisse stehen.

Nervenfasern nämlich, welche im Mittel eine Breite von 0,00065—0,00080″ haben, die demnach zur Classe der breiten sogenannten animalen Faserelemente des Nervensystems gehören, und die bei vorsichtiger Behandlung des Präparates ihren ursprünglichen, ziemlich regelmässig parallelen Verlauf beibehalten, zeigen an einer Stelle ihres Verlaufs eine bauchige Anschwellung, die, wenn das Präparat recht frisch und der Inhalt der Nervenfasern noch wenig geronnen ist, sich von dem übrigen Theil der Faser wohl durch ihre geringere Durchsichtigkeit unterscheidet, wenn dagegen schon der ganze Nerveninhalt in eine krümelige und bröckelige Masse (Mark) zerfallen und die Nervenfaser eben dadurch undurchsichtig geworden ist, — was bekanntlich der ungleich häufigere Fall ist, — durch ein verhältnissmässig weniger dunkles Ansehen sich auszeichnen[1]). Bei näherer Untersuchung giebt sich diese Anschwellung zu erkennen als eine allseitig erweiterte oder verbreitete Stelle der Nervenfaser. Der äusserste durch eine einfache Linie bezeichnete Contur der letzteren, der eben nur der optische Ausdruck der sogenannten Primitiv-Scheide oder Hülle derselben ist, setzt sich nämlich ganz ununterhrochen in die Conturen jener Anschwellung fort. Letzterer ist also nichts anderes als eine Erweiterung des cylindrischen Raumes, den jede Nervenfaser darstellt. Diese Erweiterung ist zuweilen wohl kreisrund, gewöhnlich aber oblong, so dass ihr Längendurchmesser im Mittel 0,003″, ihre Breite 0,002″ beträgt. Die längliche Gestalt wird durch die Untergänge dieses erweiterten kreisförmigen Raumes in den cylindrischen Hohlraum bewirkt; die Uebergangstellen nämlich liegen einander gerade gegenüber, also an den beiden Polen der eben dadurch in die Länge gezogenen Erweiterung. In diese Erweiterung nun ist die Ganglienkugel eingebettet, wie überall so erscheint sie auch hier als eine fein geranulirte, schwach gelb gefärbte zähe Masse, innerhalb welcher der kreisrunde helle Kern gewöhnlich eine centrale Stellung einnimmt, und mit einem oder zwei undurchsichtigen Kernkörperchen versehen ist. Gewöhnlich wird die ganze Erweiterung von der Ganglienkugel eingenommen: zuweilen jedoch befindet sich zwischen der Kugel und der Primitivfaserscheide ein deutlicher Zwischenraum[2]), in welchen der krümelige Nervenfaserinhalt eintritt.

---

1) An Präparaten, die von Thieren genommen wurden, welche schon mehrere Tage vorher getödtet waren und in Verwesung überzugehen begannen, zeigte sich der Inhalt der Nervenfasern zuweilen wiederum ziemlich klar und durchsichtig, vielleicht weil durch die Fäulniss das geronnene Nervenmark sich wieder verflüssigt hatte. In solchen Fällen war die Kugel in der Erweiterung der Nervenröhre mitunter sehr deutlich zu erkennen. Irre ich nicht, so hat auch Günther die Fäulniss als Vorbereitung zur Untersuchung der Ganglien empfohlen.

2) Dieser Zwischenraum kann nicht wohl von einem Eintreten des zur Benetzung des Präparates gebrauchten Wassers durch Diffusion herrühren, da Wasser und der fetthaltige Nerveninhalt sich schwerlich

Diess geschieht meistens nur von einer Seite her, und indem die Ganglienkugel selbst dadurch an das entgegengesetzte Ende der Erweiterung angedrängt wird, wird ein Theil der letzteren von dem krümeligen Nerveninhalt angefüllt und, je nach dem Grade dieser Anfüllung, bald mehr bald weniger dunkel und undurchsichtig. Zuweilen gelingt es auch, diesen von einer Seite her aus der Nervenfaser in die erweiterte Stelle eintretenden Nerveninhalt mittels Druck in die andere Seite der Nervenfaserhöhle hindurchzutreiben. Die Ganglienkugel liegt demnach innerhalb der Primitivnervenfaser, mitten in einer Röhre, welche dieselbe darstellt, und nach dem Verhältniss zwischen der Grösse der Kugel und dem zu deren Aufnahme erweiterten Raum wird die Kugel bald von allen Seiten von dem flüssigen Nerveninhalt umgeben, so dass sie in demselben frei zu schwimmen scheint, oder sie stösst nur an den Polen der Erweiterung mit der Nervenflüssigkeit zusammen und grenzt im übrigen Umfange unmittelbar an die innere Fläche der primitiven Nervenscheide. Die Ganglienkugel hat also zunächst keine andere Scheide als die primitive Nervenscheide und nach Zerreissung dieser kann sie demnach ganz nackt und blos hervortreten. (Taf. I, fig. 1 u. 4.)

§. 12. Es liegt am Tage, wie sehr durch die oben mitgetheilte Erfahrung manche bisher geltende Ansicht über die Bedeutung der Ganglienkugeln und über ihr Verhältniss zu den Nervenfasern modificirt, ja gänzlich umgekehrt wird.

Zuerst ist es auffallend, dass es breite sogenannte animale Nervenfasern sind, welche zu den Nervenkugeln in der erwähnten innigen Beziehung stehen. Denn so oft von den in den Ganglien vorhandenen Nervenkugeln und von dem Ursprunge der Nervenfasern von denselben die Rede gewesen ist, hat man hierbei die Faserelemente des Sympathicus im Sinne gehabt; theils ist diess ausdrücklich erwähnt, theils darf es aus den betreffenden Mittheilungen geschlossen werden. Natürlich können hierbei nur die an Wirbelthieren gemachten Erfahrungen in Betracht kommen, da nur an diesen — wenigstens nach den bisherigen Untersuchungen — von einem durchgreifenden Unterschiede und Gegensatze zwischen den breiten animalen und den schmalen sympathischen Nervenfasern die Rede sein kann. Auch die an den cerebrospinalen Nerven vorkommenden Ganglien gelten demzufolge für Quellen sympathischer Nervenfasern, welche in der Bahn jener Nerven zur Peripherie zu treten bestimmt sind. Eine directe Beziehung zur Function der animalen Nerven selbst schrieb man namentlich in neuester Zeit, diesen Nervenknoten kaum zu, sondern sie sollten nur dazu dienen, denjenigen animalen Nervensträngen, die nicht schon aus dem Grenzstrange des Sympathicus durch den sogenannten Verbindungszweig sympathische Nervenfasern beziehen, solche beizumischen. Die den Cerebrospinalnerven eigenen breiten Nervenfasern leitete man, mit Recht vom Gehirn und Rückenmark her und wenn man vielleicht auch zugegeben hätte, dass sie hier von den grossen Nervenkugeln dieser Centraltheile entspringen, so hätte bisher

---

mischen werden; der Zwischenraum ist also nicht Kunstproduct, sondern weist auf ein ursprüngliches Verhältniss hin. Auf ihn ist wohl auch die glashelle Masse zu beziehen, von welcher Will den Zwischenraum zwischen der äusseren Hülle und inneren Zelle im frischen Zustande ausgefüllt sein lässt.

gewiss Jedermann ernstlichst protestirt gegen die Meinung, dass in den Ganglien eine innige Verbindung zwischen den Ganglienkugeln und den breiten Nervenfasern stattfinde. Diess stellt sich nunmehr anders: die Elemente der animalen Nerven gehen nicht theilnahmlos an den Ganglienkugeln vorüber, vielmehr bilden die Höhlen dieser Röhren selbst ein Lager, eine Stätte, in welche die Kugeln eingebettet sind, und dass hierbei von Irrthum, Täuschung, Verwechselung u. dergl. nicht im Entferntesten die Rede sein könne, mag zum Ueberfluss noch durch die Bemerkung bekräftigt werden, dass, zuweilen nach beiden Seiten von der erweiterten Stelle, die cylindrische Nervenfaser in der Länge von 0,5‴ und darüber entweder völlig frei liegend gesehen, oder doch neben andern Fasern mit Sicherheit verfolgt werden konnte. Die physiologische Seite dieses eigenthümlichen Verhältnisses zu erläutern, soll weiter unten der Versuch gemacht werden; hier haben wir es vorläufig nur mit der rein anatomischen Seite zu thun, und in dieser Beziehung bietet die beträchtliche Grösse der hier vorkommenden Elemente in der That eine über alles Erwarten treffliche Gelegenheit, manche bisher zweifelhaft gebliebenen Puncte dieses Zusammenhanges gründlicher zu behandeln[1]).

§. 13. Hierher gehört vor allen Dingen der Umstand, dass dem Mitgetheilten zufolge von einem Ursprunge der Nervenfasern von den Ganglienkugeln im strengen Sinne des Worts gar nicht mehr die Rede sein kann. Kein Theil der Ganglienkugel hängt continuirlich

---

1) Nach den verschiedenartigen Beurtheilungen, welche die von Volkmann und mir herausgegebene Schrift über den Sympathicus erfahren hat, ist kaum daran zu zweifeln, dass der Umstand, dass auch breite Fasern mit den Kugeln zusammenhängen, von gewissen Seiten her bald benutzt werden wird zu der Deduction, dass die von uns vorgetragenen „extremen Ansichten“ über den Sympathicus sich immer mehr als „unhaltbar“ erweisen. Ich habe an den hierüber geführten Discussionen keinen Antheil nehmen mögen, kann aber nicht umhin, an diesem Orte zu bemerken, dass, wenn wir eine anatomische und physiologische Selbstständigkeit des Sympathicus zu beweisen suchten, kein Vorurtheilsfreier aus unseren Angaben die Meinung gewinnen konnte, als hätten wir den Sympathicus vom übrigen Nervensystem gänzlich zu emancipiren, und als völlig unabhängig von letzterem darzustellen gestrebt. Wenn wir ferner die sogenannte vegetative Lebenssphäre dem Einfluss des Sympathicus unterordneten, so hiess es keineswegs, dass dieser Einfluss ein directer, unvermittelter, „mystischer“ sei; dass auch im Sympathicus centripetale und centrifugale Leitung und dadurch bedingte Wirkungen vorkommen, brauchte im Jahre 1842, nachdem der Sympathicus schon längst ausdrücklich als „vasomotorischer“ Nerv hingestellt worden war, nicht besonders hervorgehoben zu werden. In der That hat es jeden mit unserer Arbeit hinreichend Vertrauten befremden müssen, dass in neuester Zeit von mehreren Seiten her prüfend hervorgehoben worden ist, dass gewisse, durch unsere Arbeit veranlasste Untersuchungen zu einer „richtigen Mitte“ zwischen den entgegengesetzten Ansichten in Betreff des Sympathicus geführt hätten und die „Unbefangenheit,“ mit der vormalige heftige Gegner der von uns vorgetragenen Ansichten die nun endlich auch in ihnen selbst Wurzel fassende Wahrheit derselben mit einer vermeintlichen Sinnesänderung von unserer Seite verwechseln, ist auf dem Gebiete wissenschaftlicher Erörterungen eine sicherlich nicht alltägliche Erscheinung. Solche Erfahrungen veranlassen mich nun aber, mit Rücksicht auf die vorliegende Untersuchung ausdrücklich zu bemerken, dass, wenn Volkmann und ich in unserer gemeinschaftlichen Arbeit darthaten, dass von den Ganglien sympathische Nervenfasern entspringen müssten, damit noch keinesweges behauptet war, dass nicht auch zwischen cerebrospinalen Fasern und Ganglienkugeln eine innige Beziehung stattfinden könne. Und nachdem dieses letztere nun wirklich dargethan ist, bleibt jener frühere Ausspruch doch nicht minder wahr und wird im Folgenden noch mehrere neue, nicht unerhebliche Stützen erhalten.

mit der Nervenfaser zusammen, und kein Theil der letzteren lässt sich von der Ganglienkugel herleiten. Ich muss hierbei bemerken, dass meiner Ueberzeugung nach die Realität der verschiedenen festen Theile, die man an dem Nerveninhalt unterschieden hat, bezweifelt werden darf oder muss. Das sogenannte Primitivband oder den Achsencylinder und die Markscheide kann ich für nichts anderes als für den optischen Ausdruck verschiedener Stufen derjenigen Metamorphose und Zersetzung halten, welcher der Inhalt todter Nervenfasern unvermeidlich unterliegt. An völlig frischen Nervenfasern — wie sie freilich nur sehr selten unter dem Mikroskop sich darbieten — zeigt sich nichts von jenen Theilen, sondern der ganze Inhalt ist durchsichtig und von tiefdunkeln Conturen, wie sie jede fetthaltige Masse darbietet, eingeschlossen. Ebenso wenig treten jene Theile an Nervenfasern aus älteren Präparaten auf; hier ist der ursprünglich flüssige Inhalt geronnen und ganz oder theilweise in eine krümelige Masse zerfallen, die anfangs nur die äusseren Partieen, später die ganze Faser undurchsichtig macht. Mir gelten daher die primitiven Nervenfasern für cylindrische Röhren, deren Wände von der structurlosen Primitivscheide und deren Inhalt von einer durchsichtigen, durchaus flüssigen Substanz gebildet wird[1]). Dass von einem anatomischen Ursprunge dieser Flüssigkeit von der soliden Ganglienkugel nicht die Rede sein könne, versteht sich hiernach von selbst; nur auf die Primitivscheide der Nervenfaser konnte jener vielbesprochene Ursprung bezogen werden. Und wenn nun in allen bisherigen Darstellungen desselben dieses Verhältniss keineswegs mit der erforderlichen Sorgfalt berücksichtigt worden ist, wenn vielmehr gewöhnlich von dem Ursprunge im Allgemeinen die Rede ist, ohne die dabei betheiligten Elemente besonders hervorzuheben, wenn also gerade das, was in histologischer Beziehung von entscheidender Wichtigkeit gewesen wäre, hintangesetzt ward, und häufig nur das physiologische Interesse berücksichtigt schien, so kann ich nicht bergen, dass schon hierdurch bedenkliche Zweifel an der Richtigkeit und Zuverlässigkeit der bisherigen Darstellungen jenes Verhältnisses in mir rege geworden waren, Zweifel, zu deren Beseitigung meine eigenen früheren Beobachtungen, wie bemerkt, durchaus nichts beitragen wollten. Jetzt dagegen zeigt sich mit überraschender und unzweifelhafter Klarheit und Sicherheit, dass die Ganglienkugel in dem flüssigen Nerveninhalte eingebettet ist, und bald mehr bald weniger frei in demselben schwimmt. Hierbei drängt sich nun die Frage auf, welche Bewandtniss es demnach mit den verschiedenen Scheiden der Ganglienkugeln habe; zur Beantwortung derselben kann ich nicht umhin, einige historische Bemerkungen vorauszuschicken.

§. 14. In seinen ersten bekannten, ausführlichen Mittheilungen über die Textur des Nervensystems, in denen auch die Ganglienkugeln zuerst einer detaillirten Untersuchung

1) Auch Donders in seinen, viele treffliche Bemerkungen enthaltenden mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungen (Holländ. Beiträge zu den anatom. u. physiolog. Wissenschaften 1846. I, p. 63) erklärt den Achsencylinder von Purkinje für das Fett, das sich nach dem Tode von dem albuminösen Inhalt sonderte.

unterworfen wurden, äussert sich Valentin[1]) in Betreff der Scheide derselben dahin, dass jede Kugel überall eine äussere, mehr oder minder feine und deutliche zellgewebige Hülle besitze, von der die eigne Parenchymamasse umgeben sei. Diese Scheiden bieten jedoch grosse Verschiedenheiten dar, und Valentin meint, dass die Natur in Rücksicht auf Stärke und Festigkeit derselben alle nur mögliche Stufen durchlaufe. Bald, wenn ein Ganglion im Ganzen unter das Compressorium gebracht werde, zeige sich die Scheide als eine zweite, die kreisförmige Begrenzung der Kugel genau concentrisch begleitende Doppellinie; bald dagegen, bei weiter fortgesetztem Drucke, gelinge es nicht selten, einzelne Kugeln hervortreten zu sehen, die noch in ihrer zellgewebigen Hülle eingeschlossen seien; man erkenne dann die einzelnen Zellgewebsfasern der Scheide. Bei herausgeschnittenen und zerzupften Stücken eines Ganglions sehe man theils von ihren Scheiden befreite, theils in ihren Hüllen noch eingeschlossene Kugeln. Bisweilen sehe man hierbei, dass die Scheide jeder einzelnen Kugel nicht in sich geschlossen endige, sondern mit den Scheiden benachbarter Kugeln durch Fortsätze sich verbinde. In anderen Fällen sei die Scheide dünner, so dass sie nur bei gedämpftem Lichte mit grösster Mühe wahrgenommen werde, und endlich werde sie so zart und weich, dass sie nur ein weiches, schleimiges, fadenziehendes, zellgewebeartiges Gewebe darstelle. Valentin sucht hiernach fünf verschiedene Grade in Bezug auf Dicke und Festigkeit dieser Scheiden festzustellen, fügt jedoch selbst hinzu, dass es kein Maass gebe, um diese Verschiedenheit scharf zu bestimmen und genau zu bezeichnen. Valentin spricht nun zwar auch den einzelnen Primitivfasern zellgewebige Scheiden zu und scheint in der That auch die sogenannte Primitivscheide der Nervenfasern hierher zu rechnen. Da er indessen wiederholentlich das blosse Nebeneinanderliegen von Nervenfasern nnd Ganglienkugeln hervorhebt, so ist trotz der Aehnlichkeit des Gewebes die Continuität und Identität der primitiven Nervenfaserscheide und der Hülle der Kugeln nicht behauptet worden.

Während nun Remak[2]) eine eigenthümliche cellulöse Scheide der Kugeln in Abrede stellte, suchte bekanntlich Valentin[3]) seine früheren Angaben durch erneuerte Untersuchungen zu rechtfertigen. Er wiederholte (pag. 143), dass faserige Scheiden jede einzelne Ganglienkugel rings umgeben, und sie daher von jeder benachbarten Kugel sowohl als von den Nervenprimitivfasern isoliren, dass sie aber untereinander in Verbindung stehen und ein Netzwerk darstellen, in dessen Maschen die Ganglienkugeln sich befinden. Die Scheide soll ferner aus mehreren übereinander gelegenen Schichten von Fasern bestehen, die sich in verschiedenen successiven Entwickelungsformen darbieten, so dass zu äusserst Kerne und Pflasterkugeln, zu innerst Fasern liegen; letztere sind der Hauptbestandtheil und bilden concentrische Lagen und schicken Fortsetzungen aus, die zwischen den von den Ganglien ausgehenden Primitivfasern zu liegen kommen.

---

1) Nova acta acad. Leopold. Carolin. Vol. XVIII, pag. 127, 128, 135, 136, 137.

2) Observationes microscopicae pag. 10, §. 14.

3) Müllers Archiv 1839, pag. 139.

Auch Henle erwähnt einer besonderen Hülle der Ganglienkugeln, aus welcher dieselben herausfallen, wenn die Knoten auf rohe Weise zerdrückt und zerrissen werden, sowie der in dieser Hülle liegenden, regelmässig geordneten, kleinen runden Zellenkerne und Kernkörperchen [1]). Dass Henle die primitive Nervenfaserscheide als etwas hiervon ganz Verschiedenes betrachtet, ergiebt sich hinreichend daraus, dass er die auf derselben etwa vorkommenden Kerne zwar nicht gänzlich leugnet, aber doch für etwas sehr Seltenes erklärt; auch an der Scheide der Primitivfasern solle sich zuweilen Faserung bilden können (p. 620). An den freien Ganglienkugeln hebt er unter anderen Merkmalen auch die Blässe der Conturen als charakteristisch hervor (pag. 653), ein Umstand auf den wir sogleich zurückkommen werden.

Hannover übergeht die Scheiden der Kugeln und Fasern mit Stillschweigen. Die von ihm erwähnte „membrane cellulaire" der Kugeln soll nur als eigentliche Zellenmembran anzusehen sein, und die „gaîne cellulaire" der Fasern ist die Primitivscheide derselben (a. o. a. O. pag. 29, Anmerk.). Doch ist, wie sich sogleich zeigen wird, Hannover's membrane cellulaire nicht eine der Kugel eigenthümliche, sondern eine von aussen hinzugekommene Scheide derselben, und zwar diejenige Scheide, die ich für die allein wesentliche und beständige der Kugeln halten muss.

Nach Günther [2]) besteht jedes Ganglienkörperchen aus einer zarten structurlosen aber granulirten Verhüllungshaut, und einem flüssigen, hellen Inhalte. Von der Hülle geht eine hohle Fortsetzung ab, die sich an einen Nervencylinder anlegt, und durch welche die Ganglienkugel ihren Inhalt in den Nervencylinder ergiesst. Innerhalb der Ganglien sind die mit den Primitivcylindern aufs genaueste zusammenhängenden Ganglienkugeln noch von einer Scheide umgeben, die sich auch über die Cylinder fortsetzt, und die vegetativen Fasern Remak's darstellt, welche bei den Vertebraten weit stärker entwickelt sind als bei den Wirbellosen. — In wie weit meine Erfahrungen mit den eben mitgetheilten übereinstimmen, oder sich von denselben unterscheiden, wird aus der folgenden genaueren Darstellung sich zur Genüge ergeben.

§. 15. Ich muss zu diesem Zwecke zuvörderst bemerken, dass die Ganglienkugeln, wie sie aus einem herausgeschnittenen und mit Nadeln zerzupften Stückchen eines Ganglion sich darbieten, selbst im vollkommen isolirten Zustande, in Bezug auf ihren Contur, zwei ganz verschiedene Verhältnisse darbieten. Entweder nämlich zeichnen sie sich, wie diess schon Henle von den von ihm sogenannten freien Ganglienkugeln bemerkt, durch die Blässe ihrer Conturen aus, oder sie sind ringsum oder in dem grösseren Theil ihres Umfanges von einer deutlichen, scharfen, dunkeln, einfachen Linie eingeschlossen; diese Differenz ist auch zum Theil in den verschiedenen, bisher gelieferten bildlichen Darstellungen der Ganglienkugeln

1) Allgem. Anatomie pag. 654.

2) Allgemeine Physiologie pag. 396.

wiederzufinden. Es fragt sich nun aber, wie dieses verschiedene Ansehn zu deuten sei? ob jene dunkle Grenzlinie der optische Ausdruck einer wesentlich zur Ganglienzelle gehörenden Partie sei oder nicht? ob man die jenes Conturs entbehrenden Zellen noch für vollständige Ganglienkugeln halten dürfe, oder ob sie in diesem Zustande nicht vielmehr nur einen Theil, wenngleich einen bedeutenden Theil der genuinen Ganglienzellen darstellen?

Ich stehe nicht an, die Ueberzeugung auszusprechen, dass die einer scharfen Grenzlinie ermangelnden und durch die Blässe ihrer Conturen sich auszeichnenden sogenannten freien Ganglienkugeln diejenigen Gebilde sind, von welchen die eigenthümlichen anatomischen Verhältnisse dieser Formelemente studirt werden müssen, und dass von aussen her zu jenen Körpern hinzutretende Theile, indem sie als wesentliche Bestandtheile derselben angesehen wurden, eine ergiebige Quelle von Täuschungen und fehlerhaften Beschreibungen geworden sind.

Hierdurch wird aber die Frage angeregt, ob das, was als reiner und freier Ganglienkörper bezeichnet wurde, auch wirklich alle diejenigen Elemente darbiete, die zu der Bezeichnung „Nervenzelle“ berechtigen. Zuerst nämlich muss bei der grossen Blässe der Conturen dieser Körper der Zweifel entstehn, ob hier eine besondere membranöse Hülle vorhanden ist, die einen Hohlraum umgiebt, welcher einen von jener Hülle verschiedenen Inhalt beherbergt; denn das mikroskopische Bild an sich bietet nichts dar, was als unmittelbarer optischer Ausdruck einer solchen Hülle angesehen werden könnte. Aber auch andere zur Darlegung einer solchen Membran noch brauchbare Mittel liefern kein positives Resultat. Erscheinungen von Diffusion, bei welcher eine solche Membran von dem Inhalt entfernt und abgehoben und eben dadurch kenntlich würde, habe ich nicht herbeizuführen vermocht; weder reines Wasser noch mehrere andere Flüssigkeiten brachten einen derartigen Erfolg hervor. Ebenso wenig ist es mir, trotz der bedeutenden Grösse der Ganglienkugeln, gelungen, durch Druck diejenigen Phänomene hervorzurufen, die bei Compression anderer, weit kleinerer thierischer Zellen so leicht eintreten, nämlich Bersten der Zellenmembran und Austreten des Inhalts. Die Ganglienkörper habe ich bei solcher Behandlung anfangs an Umfang zunehmen, bei nachlassendem Druck ihre erste Gestalt wieder annehmen, bei fortgesetztem und verstärktem Druck aber endlich zergehen gesehen, d. h. die durch den Druck über einen grösseren Raum ausgebreitete und zuweilen sich theilende Masse blieb auch bei aufgehobenem Druck an demjenigen Orte der Glasplatte haften, zu welchem sie vorher gelangt war. Die Substanz der Ganglienkugeln ist daher elastisch in nicht geringem Grade; aber in noch weit höherem ist sie zähe, so dass sie, obgleich durchaus nicht flüssig, doch zuweilen in feine glashelle Fäden ausgezogen sich zeigt, in welchem Falle die Ganglienkugel in eine durchsichtige, mitunter sehr weit zu verfolgende Faser auszugehen scheint. Wenn aber Günther (a. a. O. pag. 399), übereinstimmend mit Helmholtz, aus den Ganglienkugeln eine helle, leicht fliessende Flüssigkeit heraustreten sah, die ähnlich wie der Inhalt der Nervenfasern, nur später als dieser, zu einer grumösen Masse

gerann, so vermuthe ich, dass hierbei eine auf die oben angegebene Weise in eine Nervenprimitivröhre eingebettete Ganglienkugel beobachtet wurde, so dass bei Compression des Präparats der Inhalt der Nervenfaser aus dem abgerissenen Ende derselben heraustrat. Auf solche Weise allein konnte der Inhalt der Nervenprimitivfasern und die Substanz der Ganglienkugeln „ähnlich" scheinen. Denn in der Wirklichkeit besteht solche Aehnlichkeit durchaus nicht, sondern die Ganglienkugel ist eine feste, fast wachsartige, elastische, zähe Masse, an der, mit Ausnahme des in ihrem Innern eingebetteten Kerns, differente Bestandtheile nicht wahrzunehmen sind. Dieser Kern ist es denn auch allein, der das entschiedene Gepräge eines wahren und wesentlichen Zellenbestandtheils an sich trägt, und von dem das Recht hergeleitet werden kann, die Ganglienkugel eine Zelle zu nennen, wobei — was freilich die Genesis derselben erst zu beweisen hätte[1]) — noch angenommen werden müsste, dass die früher bestandene Differenz zwischen Hülle und Inhalt späterhin ausgeglichen wurde, so dass beide zu einer gleichmässigen Masse verschmolzen. Eine Spur einer solchen Differenz lässt sich indessen an den Ganglienkugeln auch noch in späterer Zeit darthun. Bekanntlich bieten dieselben nämlich neben einer schwach gelblichen Färbung ein fein gekörntes Ansehn dar, indem überdiess gewöhnlich an einer beschränkten Stelle ein Haufen dicht gedrängter, gröberer und intensiver gelb gefärbter Körnchen hervortritt. Es lässt sich nun zuweilen die Ueberzeugung gewinnen, dass diese gelbliche und fein punctirte Masse nur eine äussere Schicht der Ganglienkugeln bilde, während das Innere derselben aus einer homogenen, wasserhellen und durchsichtigen, dem Glaskörper des Auges ähnlichen Substanz besteht. Zuweilen nämlich ist durch zufällige Einflüsse jenes gelbpunctirte Aussehn nur auf eine Seite der Ganglienkugel beschränkt, während diese im Uebrigen hell erscheint, und durch sorgfältiges Einstellen des Mikroskops findet man alsdann, dass jener Theil der Kugel dicker, dieser dagegen dünner ist. Als von der übrigen Kugel getrennte und doch zusammenhängende, hautartige Hülle hat sich indessen jene äussere Substanz der Kugel niemals dargeboten, während andererseits doch wieder eingeräumt werden muss, dass die durch Compression der Kugel erzeugten Ausläufer und Fortsätze immer nur aus der hellen und durchsichtigen Substanz bestehen, also die äussere Lage der Ganglienkugeln durchbrochen haben müssen und dass also das Innere der Kugel doch flüssiger ist als ihre äussere Lage (Tab. II. fig. 9).— Welches indessen auch die innere Natur dieser Körper sein mag, ihrer äusseren Form nach sind sie abgeplattete Scheiben,[2]) im Allgemeinen zwar rund, jedoch gewöhnlich unregelmässig, nierenförmig, bohnenförmig, zuweilen mit mehreren Ecken versehen; zuweilen ist ihre Peripherie an einer Stelle eingekerbt; alle diese Formen scheinen

1) Weiter unten §. 37 wird gezeigt, dass in früheren Entwickelungsperioden die Ganglienkörper alle wesentlichen Bestandtheile einer Zelle, und namentlich die Zellenmembran unzweifelhaft besitzen.

2) Die Bezeichnung „Kugeln" ist daher für diese Theile nicht ganz passend, und es wäre besser, sie nicht anders als „Ganglienkörper" oder „Ganglienscheiben" zu nennen, doch wird auch im Folgenden gewöhnlich die althergebrachte Benennung gebraucht werden.

jedoch nur Folge von zufälliger Verletzung oder Druck während der Präparation zu sein. Von Fortsätzen, Schwänzen oder anderen Gestaltverhältnissen, die zur Bezeichnung „keulenförmige Körper“ Anlass geben könnten, ist an diesen Körpern gewöhnlich nichts zu bemerken; und ebenso wenig finden sich Spuren des Abgerissenseins solcher Anhänge.

§. 16. Aber der Anblick solcher vollkommen freier Ganglienkörper wird nur gewonnen dadurch, dass dieselben aus ihren ursprünglichen und natürlichen Verhältnissen herausgerissen, und die verschiedenen Hüllen derselben durch die Präparation zerstört und entfernt wurden. Je nachdem letzteres mehr oder weniger vollständig geschehen ist, bieten auch die Ganglienkörper ein verschiedenes Aussehn dar.

Indem dieselben nämlich zunächst eingebettet sind in die erwähnten bauchigen Erweiterungen der röhrigen Nervenprimitivfasern, wird die einfache structurlose Membran, welche an den letzteren die Primitivscheide darstellt, auch die Ganglienkörper umgeben, und statt der blassen, verwischten Grenze werden letztere nunmehr ebenfalls von einem scharfen Contur eingefasst. Hierbei darf jedoch gefragt werden, wie es möglich sei, dass die Primitivscheide der Nervenfaser, bei dem äusserst blassen Contur, den sie für sich unter dem Mikroskop darbietet, jene dunkle Grenze der Ganglienkugeln bedingen könne. Die Antwort hierauf scheint folgende sein zu müssen: Wenn die dunklen Conturen der Nervenfaser erwiesenermaassen von dem Fettgehalt des Nervenmarks abhängen, so rührt die scharfdunkle Begrenzung der Ganglienkugel daher, dass zwischen ihr und der einschliessenden Nervenprimitivscheide etwas von dem Inhalt der Nervenröhre vorhanden ist. Selbst da, wo die Kugel aufs engste von der Nervenscheide umschlossen zu sein scheint, deutet also der dunkle Contur auf eine dazwischentretende dünne Schicht von Flüssigkeit. Die Fortsetzung dieser Erweiterung der Nervenfaser in die cylindrische Partie derselben ist es denn auch vorzugsweise, die Veranlassung gegeben hat zu der Lehre von jenen Fortsätzen und Anhängen der Ganglienkugeln, von jenen geschwänzten und keulenförmigen Körpern, Bezeichnungen, welche immerhin ihre Geltung behalten mögen, wenn dabei nur die Meinung zurückgewiesen wird, dass jene Formen unter allen Umständen auf die Ganglienkugeln selbst zu beziehen seien. Das Ganglienkörperchen füllt jene erweiterte Stelle der Nervenprimitivfaser entweder nicht vollkommen aus, und dann ist es leicht zu erkennen, dass die Kugel und die sogenannten Fortsätze ganz verschiedene Dinge sind; oder die Ganglienzelle wird von dem Contur der erweiterten Stelle ringsum eng umschlossen. Dann, und das ist allerdings der ungleich häufigere Fall, wird die Unterscheidung schwieriger, und der Irrthum, jene Fortsätze von der Zelle selbst herzuleiten, ist überaus nahe gelegt. Indessen, wenn man an jenen ersten Fällen diese Verhältnisse zu beurtheilen gelernt hat, wird auch in diesen letzteren der Zweifel bald schwinden, und man wird in der Regel den Unterschied zwischen der Ganglienzelle und der, vermeintlich von ihr, abgehenden Faser als deutliche Grenze zwischen beiden leicht finden, indem das Ansehn des Ganglienkörpers, auch desjenigen mit vermischten Grenzen, und des Nervenmarkes doch sehr verschieden sind. Undeut-

licher wird dieser Unterschied nur dann, wenn viel von dem Nerveninhalt in die Erweiterung eingedrungen ist und den Ganglienkörper verdeckt; scheinbar deutlicher wird diese Grenze, so dass Kugel und Faser durch eine scharfe dunkle Linie geschieden scheinen, sobald die Abgangsstellen beider Fasern von der erweiterten Partie und der grösste Durchmesser dieser selbst nicht in einer und derselben Horizontalebene liegen und also auch nicht gleichzeitig in dem Focus des Mikroskops sich darbieten. Hier bedeckt die erweiterte Stelle einen Theil der cylindrischen Nervenfaser und ist daher durch ihren dunkeln Contur von derselben geschieden. Diess Verhältniss erkenne ich auch in einigen der bisher über diese Gegenstände veröffentlichten Abbildungen wieder, z. B. bei Hannover fig. 45, c, fig. 79, a. *).

Wenn diese erste structurlose und durchsichtige Hülle die eigenthümliche äussere Beschaffenheit der Ganglienkugel im Uebrigen unverändert wahrnehmen lässt, so scheint sie doch auf die Form der letzteren einen mehr oder weniger modificirenden Einfluss auszuüben, je nachdem die Kugeln enger oder freier in den Nervenfasern eingebettet sind. Die ganz freien oder nackten Ganglienkugeln sind nämlich kaum jemals regelmässig rund oder oblong, sondern gewöhnlich, wie erwähnt, von unregelmässiger, selbst eckiger Gestalt. Sind sie dagegen noch von der Primitivscheide der erweiterten Nervenröhre, und zwar so eng umschlossen, dass zwischen Hülle und Kugel kein Zwischenraum bleibt, so erscheint das Ganze in regelmässig runder oder oblonger Form, d. h. die Ganglienkugel muss sich der Gestalt jener Erweiterung anpassen, indem sie in dieselbe gleichsam eingezwängt wird. Bietet dagegen jene Erweiterung mehr Raum dar, als zur Aufnahme der Ganglienkugel erforderlich ist, so tritt die unregelmässige Form der letzteren auch sogleich wieder hervor, und der regelmässige scharfe Contur der erweiterten Stelle der Nervenfaser, sowie die unregelmässigen blassen Umrisse der schwach gelb tingirten Ganglienkugel lassen sich dann sehr wohl von einander unterscheiden. — Dass der dunkle Contur, den die Ganglienkugeln häufig darbieten, ihnen nicht ursprüuglich und wesentlich zukomme, sondern nur von der Primitivfaserscheide herrühre, ergiebt sich in sehr überzeugender Weise auch dann, wenn es gelingt, eine solche Kugel gerade in dem Augenblicke zu beobachten, in welchem

*) Ich muss hierbei jedoch bemerken, dass in einigen, wenngleich seltenen Fällen die in der Nervenröhre eingebettete Ganglienkugel, ausser dem von der Primitivhülle der letzteren herrührenden Contur, noch einen zweiten inneren dunkeln Umriss darbot und dass derselbe an dem Uebergange der erweiterten Stelle in die cylindrische Nervenröhre, wenn diese Partie sich trichterförmig gestaltete, von der dunklen Linie, welche der Nervenscheide angehörte, deutlich und sicher unterschieden werden konnte (Taf. II. fig. 6). Was in dem Verhältniss dieser wenigen Fälle zu der im Obigen, nach zahlreichen Erfahrungen gegebenen Schilderung, als Regel oder als Ausnahme betrachtet werden müsse, mag ich nicht entscheiden. Wenn jene innerste dunkle Linie auf eine die Ganglienkugel zunächst umgebende Hülle, eine Zellenmembran, bezogen werden darf, so ist doch so viel gewiss, dass die Ganglienkugel aus der für sie bestimmten Erweiterung der Nervenröhre nicht anders herausschlüpft als mit Hinterlassung jener ersten Hülle. Auffallend wäre diess allerdings, aber darum keineswegs unmöglich.

sie durch Zerrung, Druck und ähnliche Ursachen aus ihrer Hülle herauszuschlüpfen im Begriff ist. Ist nämlich die Spalte in der letzteren, durch welche dieses Heraustreten erfolgt, eng, so geschieht es wohl, dass nur ein Theil der Kugel herausgetreten ist, während ein anderer Theil in der Hülle zurückbleibt, und dass diese beiden Partieen durch eine tiefe Einschnürung von einander geschieden sind. Dann lässt sich das verschiedene Aussehen der freien oder nackten und der in ihrer ersten Hülle eingeschlossenen Nervenkugeln an einer und derselben Kugel beobachten (Taf. II. fig. 8). — Durch das Druchdrängen der Ganglienkugeln durch solche enge Spalten ihrer ersten Hülle mögen auch die verschieden gestalteten Ausläufer bedingt sein, welche die Ganglienkugeln zuweilen darbieten. Solche Spalten in dieser ersten Umhüllung der Ganglienkugeln werden schon dadurch herbeigeführt, dass die Fasern nicht selten unmittelbar an der bauchigen Erweiterung abreissen. Findet diess gleichmässig an beiden Seiten statt, so verschwindet damit nicht selten jede Spur des früher dagewesenen Zusammenhanges mit den Nervenfasern; man hat nur eine Ganglienkugel vor sich, aber nicht eine nackte blass conturirte, sondern eine von einem scharfen dunkeln Contur umgebene, der indessen, je nach der verschiedenen Stellung der Kugel, bald an einer bald auch an zwei Stellen unterbrochen erscheint, und eben hierdurch auf die abgerissenen Fasern hinweist. — Ist dagegen nur eine der mit der erweiterten Stelle zusammenhängenden Nervenröhren abgerissen, so kann bei gewisser Stellung des Präparats der Anschein entstehen, als habe man es mit einer blind endigenden Erweiterung der Nervenröhre, mit einer grossen kolbenförmigen Anschwellung derselben zu thun, um welche der Contur der Nervenfaser in ununterbrochenem Gange sich fortsetzt. Gewöhnlich wird man jedoch auch in solchem Falle an einer Stelle im Umfange der Anschwellung ein flockiges Wesen hängen sehen, das bald als zusammengerollter Rest der primitiven Scheide der abgerissenen Faser, bald als ihr coagulirter Inhalt sich ausnimmt, und man gelangt hierüber nicht selten zur vollen Ueberzeugung, wenn man durch wechselnden Druck dem Präparat eine andere Lage zu geben versucht, wobei die Stelle der Trennung und der aus ihr sich hervordrängende Nerveninhalt dann ganz offenbar werden. Zuweilen nimmt hierbei die Ganglienkugel eine solche Stellung an, dass man gerade in das Lumen der abgerissenen Faser, von der noch ein kleiner Rest an der Erweiterung nachgeblieben ist, hineinsieht; die runde Oeffnung ist durch das Zurückschlagen oder vielleicht selbst Umrollen der Primitivscheide alsdann von einem wallartigen Rande umgeben (Tab. II. fig. 7). — Jedenfalls wird man nicht lange darüber zweifelhaft bleiben, dass, wo die Nervenkugeln in die breiten Fasern eingebettet sind, die dazu bestimmten Erweiterungen der Nervenröhren nicht blind endigen, sondern im Fortgange einer Faser auftreten.

§. 17. Um diese von der Primitivscheide der Nervenfasern selbst herrührende erste und beständige Hülle der Nervenkugeln lagert sich nun aber häufig eine mehr oder weniger mächtige Schicht eines auf verschiedenen Stufen der Entwickelung befindlichen Binde- oder Zellgewebes, dessen Eigenthümlichkeit an diesen Stellen zu hinreichend bekannt ist,

als dass dieselbe einer abermaligen Erörterung bedürfte. Nur so viel mag bemerkt werden, dass diese meistens gekernten Hüllen wegen ihrer Undurchsichtigkeit die Einsicht in die innere Beschaffenheit und Lagerung der Nervenkugeln erschweren oder unmöglich machen, dass ihre zwischen die Nervenfasern sich einsenkenden Fortsetzungen Remak's graue organische Fasern oder Henle's gelatinöse Fasern sind, und dass sie in denjenigen Thierclassen oder an denjenigen Körperstellen, wo die Bindesubstanz überhaupt sparsamer ist, auch in geringerer Menge vorkommen. In den niedrigeren Wirbelthieren sind sie daher weit weniger entwickelt als in den höheren und die Ganglienkugeln sind eben daher in ihrem Verhältniss zu den Nervenfasern nirgends leichter und vollständiger aufzufassen als bei den Fischen; ebenso sind die verschiedenen Stufen der Bindesubstanz im Nervus sympathicus, im Sinne der systematischen Anatomie, weit stärker entwickelt als in dem animalen Nervensystem, stärker in den Ganglien des eigentlichen Sympathicus als in den im Verlaufe cerebrospinaler Nerven vorhandenen Knoten. Die Lagerungsverhältnisse der Nervenfasern und Nervenkugeln sind daher nirgends besser zu beobachten als an den Ganglien der grossen Hirnnerven der Fische.

§. 18. Denn ähnliche Verhältnisse wie am Nervus trigeminus des Hechts zeigen sich auch am Vagus desselben Thieres. In breite Nervenfasern eingelagerte Kugeln bieten sich in den Wurzelbündeln auch dieses Nerven dar, nur sind wir nicht im Stande, die Stellen, an welchen dieses Verhältniss am leichtesten und sichersten sich darstellen liesse, mit gleicher Genauigkeit wie beim Trigeminus anzugeben, weil die Vaguswurzel beim Hecht nicht aus einer Reihe hinter einander liegender Nervenbündel besteht, sondern als einfacher starker Strang aus dem Gehirn hervortritt. Wenn man jedoch diese Wurzel, namentlich an dem gegen das Ganglion gerichteten Ende, der ganzen Dicke nach mit dem Mikroskop sorgfältig durchmustert, so darf man mit Sicherheit darauf rechnen, auch auf jene Stelle zu treffen, an der die in die breiten Fasern eingebetteten Kugeln mit derselben Deutlichkeit und ganz in denselben Verhältnissen wie beim Trigeminus sich darbieten. Unter den aus dem Ganglion des Vagus hervortretenden Zweigen bietet der Schlundast jenes Verhältniss zuweilen dar*), am sichersten ist dasselbe jedoch an dem starken ramus lateralis zu unter-

*) Ich kann bei dieser Gelegenheit nicht unbemerkt lassen, dass schon im Jahre 1841 Volkmann und ich der Entdeckung dieser Verbindungsweise der Nervenfasern und Ganglienkugeln ganz nahe gewesen sind. In unserer Schrift über den Sympathicus, pag. 82, Anmerk., äussern wir, dass in dem Schlundast des Vagus vom Hecht, in ansehnlicher Entfernung vom Ganglion, Ganglienkugeln in geringer Zahl mitten zwischen den Bündeln des Nerven sich finden. Mir war das betreffende mikroskopische Bild aus jener Zeit noch so wohl erinnerlich, dass, als ich am Trigeminus zum ersten Mal diejenigen Stellen zu sehen bekam, an welchen breite Nervenfasern die Ganglienkugeln in sich aufnehmen, mir sogleich jener Ast des Vagus einfiel, der dann auch bald als ein zu dieser Untersuchung geeigneter Theil sich erwies. Wenn man erwägt, was seitdem über diesen Gegenstand hin und her geredet und geschrieben worden ist, so wird man kaum ein lebhaftes Bedauern darüber unterdrücken können, dass wir damals an jener Erscheinung vorübergegangen sind, ohne uns durch genauere Verfolgung derselben zu einer genügenderen Einsicht in die Textur der Ganglien leiten zu lassen.

suchen, indem derselbe selbst bis auf eine Entfernung von einigen Linien von dem äusserlich sichtbaren Ganglion recht häufige Ganglienkugeln wahrnehmen lässt, die mit den breiten Fasern in der beschriebenen Verbindung stehen. In den zahlreichen und starken Kiemenästen des Vagus, die fast ausschliesslich aus dünnen Fasern bestehen, war schon aus diesem Grunde von dem bis hierher erörterten Verhältniss nichts zu finden. — Andere Fische zu untersuchen haben wir verhältnissmässig nur wenig Gelegenheit gehabt; doch können wir in dieser Beziehung bemerken, dass bei Perca fluviatilis, Gadus Lota, bei einer hier vorkommenden Salmoart (Salmo Ias Asm.) und auch bei einer in Spiritus aufbewahrt gewesenen Torpedo Galvanii die Verbindung der Ganglienkugeln mit den breiten Nervenfasern, ganz in derselben Weise wie beim Hecht und an denselben Stellen wie bei diesem Thiere, mit gleicher Vollständigkeit und Leichtigkeit sich nachweisen liess. (Taf. I, fig. 4.)

Die hierüber bei Gadus Lota geführten Untersuchungen wurden aber noch in der Beziehung wichtig, als sich bei diesem Thiere zuerst auch für die Spinalnerven der Beweis führen liess, dass manche der in ihnen enthaltenen breiten Nervenfasern ganz in der im Obigen erwähnten Weise eine Ganglienkugel in ihren Hohlraum aufnehmen. Wenn aus der Nähe eines Spinalganglions mit theilweiser Ausschneidung von Stücken desselben entweder von den Nervenwurzeln oder von der peripherischen Seite der Nerven Präparate gewonnen und in der erforderlichen Weise ausgebreitet werden, so stellen sich dieselben Verhältnisse dar, wie sie vom Vagus und Trigeminus geschildert sind. Eine genauere Angabe der Stellen, an welchen sich diess am leichtesten und sichersten ermitteln lässt, vermag ich in Betreff der peripherischen Aeste dieser Ganglien nicht zu machen. Von den Wurzeln der Spinalnerven dagegen, deren jede gewöhnlich aus zwei und mehreren aus dem Rückenmark hervortretenden Bündeln besteht, werden die hinteren Bündel, aus dem Rückgratkanale selbst und vor ihrem Eintritt in das Spinalganglion hergenommen, ganz sicher kleine Anhäufungen von 10—20 Kugeln, oder auch wohl ganz einzeln eingestreute Ganglienzellen zeigen, von denen bei Ausbreitung des Präparats gewöhnlich eine oder die andere hinreichend isolirt wird, um ihr Eingebettetsein in eine breite Faser vollständig zu überblicken. Jedenfalls scheint jedoch nur ein kleiner Theil der in den hinteren Wurzeln enthaltenen Fasern diese Verbindung mit den Kugeln einzugehen. In den vorderen Wurzeln der Spinalnerven ist von der Kugelmasse durchaus nichts zu finden. Einen Unterschied in dem Verhalten zu dem Spinalganglion habe ich übrigens zwischen den vorderen und hinteren Wurzeln nicht finden können: beide treten in den Knoten ein. — Nachdem die Wurzeln der Spinalnerven von Gadus Lota diese Einsicht gewährt hatten, wurde das Gleiche auch für die Rückenmarksnerven des Hechts durch directe Beobachtung erwiesen.

§. 19. Die an den bezeichneten Orten gewonnene Einsicht in den Zusammenhang zwischen den Faser- und Kugelelementen des Nervensystems wurde bisher fast nur dazu benutzt, die mehr oder weniger unsicheren, mannigfachen Zweifeln Raum gebenden und zum Theil selbst widersprechenden früheren Angaben über dieses Verhältniss zu berichtigen

und das Wahre an denselben festzustellen. Zugleich gewährte diese Einsicht das Recht, mit Entschiedenheit auszusprechen, dass es breite Nervenfasern giebt, die nicht blos zwischen den Kugeln hindurchgehen, sondern in einem eigenthümlichen, bisher nicht bekannt gewesenen Zusammenhange mit denselben stehen. Aber gerade in dieser Eigenthümlichkeit liegt die Aufforderung, dem Gegenstande fernere Aufmerksamkeit und weiteres Nachdenken zu schenken.

Es waren cerebrospinale Nerven bei Fischen, in denen jene Verbindung zwischen Fasern und Kugeln so augenfällig hervortrat. Man durfte vermuthen, dass diess nicht ein ausschliesslicher Vorzug dieser Thierclasse sei, und hoffen, dass, mit der bei diesen Thieren gewonnenen Uebung und Erfahrung in Beurtheilung dieses Gegenstandes, auch höhere Wirbelthiere nicht umsonst würden untersucht werden. Und in der That zeigten sich in allen Wirbelthierclassen ganz ähnliche Verhältnisse, obgleich dieselben bisher nicht in der Ausdehnung, wie bei den Fischen, verfolgt werden konnten.

Unter den Amphibien richtete sich unsere Aufmerksamkeit zunächst und bisher auch ausschliesslich auf den Frosch, Rana temporaria. Doch hat die Untersuchung der Ganglien selbst und der zunächst an dieselben angrenzenden Nervenstränge bei diesem Thiere ganz besonders grosse Schwierigkeiten. Das reichliche Pigment nämlich, von dem die meisten Ganglien nicht blos äusserlich umhüllt, sondern auch in ihrem Innern durchsetzt werden, lässt sich bei grösster Mühe und Sorgfalt doch nicht vollständig entfernen und stört nicht allein die Einsicht in den innern Bau der Ganglien, sondern dieser Bau selbst wird durch die bei der Präparation unvermeidlichen gewaltsamen Eingriffe in dem Maasse beeinträchtigt, dass man schon im Voraus von solcher Arbeit kein erhebliches Resultat erwarten kann. Und selbst da, wo das Pigment sparsamer ist, sind die Ganglien doch von sehr derbem und festem Bindegewebe durchsetzt, obgleich dasselbe im übrigen Körper und auch im übrigen Nervensystem sehr sparsam sich findet. Nichtsdestoweniger haben aus Spinalganglien des Frosches bereitete Präparate einige Male die entschiedene Beobachtung gestattet, dass Fasern von 0,00048″ Breite, also dem sogenannten cerebrospinalen Fasersystem angehörend, plötzlich in eine oblonge Erweiterung von 0,002″ Längendurchmesser übergingen und in diesen Raum eine Ganglienkugel aufnahmen, die denselben vollkommen ausfüllte. Freilich habe ich beim Frosch den weiteren Fortgang einer solchen Nervenfaser jenseits der Erweiterung niemals mit Sicherheit beobachten können, so dass auch hier der Anschein eines kolbenförmigen, blind geschlossenen Endes oder Anfanges der Nervenröhre entstand; jedoch nach der über ähnliche Vorkommnisse bei Fischen gegebenen Erläuterung zweifle ich nicht, dass mit jenen Beobachtungen der Beweis gegeben war, dass auch beim Frosch im Verlaufe von breiten Nervenröhren erweiterte Stellen vorkommen, welche zur Aufnahme von Nervenkugeln bestimmt sind.

Auch bei Vögeln hat die Untersuchung des fraglichen Verhältnisses nicht zu Beobachtungen geführt, welche in dem Maasse vollständig und befriedigend gewesen wären wie bei

Fischen; indessen leitete die bei den letztern gewonnene Einsicht doch zum besseren Verständniss der bei Untersuchung der Ganglien von Vögeln sich darbietenden Bilder und liess die Uebereinstimmung derselben mit den bei Fischen ermittelten Thatsachen mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen. Es dienten zu diesen Untersuchungen die Krähe und das Haushuhn, und vorzüglich das Ganglion Gasseri derselben. Der Unterschied zwischen nackten und von einer scharfen dunkeln Grenzlinie umgebenen Nervenkörpern zeigte sich hier ganz in derselben Weise wie beim Hecht und darf also auch auf gleiche Bedingungen bezogen werden. Dass Nervenröhren zur Aufnahme von Ganglienkugeln sich erweitern, ist zwar niemals an einer isolirten Faser beobachtet worden, was allerdings allein vollständige Gewissheit giebt; aber in kleinen Nervenbündelchen, die nur aus wenigen Primitivfasern bestanden, erschienen mitunter Ganglienzellen in einer bei allen Bewegungen so unveränderlichen Weise eingestreut, dass nur eine Einlagerung in die Nervenröhren selbst diese Beständigkeit scheint erklären zu können. Dass innerhalb solcher Bündelchen die Conturen einer Primitivfaser um die Zelle herumzugehen s c h i e n e n, darauf will ich kein Gewicht legen, da nur an isolirten Fasern diese Beobachtung Sicherheit gewährt und ich mich dem Vorwurfe nicht aussetzen will, dass der Wunsch, etwas Bestimmtes zu sehen, auf die Deutung des Gesehenen allzusehr eingewirkt habe.

§. 20. Am deutlichsten jedoch unter den höheren Wirbelthieren lässt sich das Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenkugeln bei einigen Säugern untersuchen; am Vagus und Glossopharyngeus des Hundes, Kalbes und der Katze und zwar an den Wurzelbündeln derselben bieten sich folgende eigenthümliche Erscheinungen dar. Wenn nämlich die Wurzeln der genannten Nerven aus einem frisch getödteten Thiere herausgeschnitten und mit einiger Vorsicht auf einer Glasplatte ausgebreitet werden, so wird man nach dem gegen das Ganglion hin gerichteten Ende dieser Bündel schon mit einer guten Lupe theils grössere, unregelmässig höckerige Stellen unterscheiden, theils einzelne, zuweilen an dünnen Stielen beerenartig hängende Körperchen oder Bläschen aus dem Bündel hervorragen sehen. Unter dem Mikroskop geben sich jene höckerigen Stellen als Anhäufungen von Ganglienkugeln, die gestielten Beeren dagegen als einzelne Nervenkugeln zu erkennen, die in Primitivfasern eingebettet sind, welche aus dem ganzen Nervenbündel schleifenartig hervorgezogen erscheinen. Ohne irgend welche Vorbereitung, ohne alle künstliche Trennung der Nervenfasern hat man hier also Gelegenheit, die Natur der Ganglien zu studiren. So einfach klar und schon beim ersten Blicke überzeugend wie in den Fischen zeigen sich diese betreffenden Verhältnisse hier zwar nicht, weil die stärkere Entwickelung des Bindegewebes und die daher rührende starke Umhüllung dieser hervorragenden Nervenkugeln die Durchsichtigkeit des Präparates sehr mindert. Behandlung mit Essigsäure, die jene Bindegewebschichten auflockerte und durchsichtiger machte, eröffnete jedoch eine vollkommen befriedigende Einsicht in jene Verbindung zwischen den Kugeln und Fasern; diess Hilfsmittel ist besonders beim Kalbe nöthig; bei Hunden und Katzen ist es entbehrlich, ein Unterschied, der nicht so-

wohl von der verschiedenen Thierspecies als von der Verschiedenheit des Alters abzuhängen scheint. Es tritt also in einer solchen Hervorragung eine Ganglienkugel mit Kern und Kernkörperchen hervor und wird umgeben von einem einfachen dunkeln Contur, der sich mehr oder weniger deutlich in die Primitivhülle einer Nervenfaser fortsetzt. Mit dieser Nervenfaser selbst verhält es sich nun aber verschieden. Entweder macht sie einen den übrigen Fasern des Wurzelbündels parallelen Verlauf, ist jedoch von denselben durch ein Interstitium getrennt, das entweder ganz leer oder von zarter Bindesubstanz locker ausgefüllt ist; in solchen Fällen ist es leicht, die Ueberzeugung zu gewinnen, dass man es mit einer in ihrem Verlaufe eine Ganglienkugel in sich aufnehmenden Nervenfaser zu thun habe, deren Durchmesser etwa 0,00040″ Par. beträgt, die also dem cerebrospinalen Fasersystem angehört. Oder aber die Ganglienkugel hängt mit einem Nervenbündelchen der Vaguswurzel mittels des erwähnten Stiels zusammen, in welchem eine Nervenfaser zu stecken scheint, deren Conturen zu einer die Kugel aufnehmenden Erweiterung auseinander gehen. Hier liegt nun wiederum die Vermuthung nahe, dass man es mit einem keulenförmig verbreiteten und mit einer Ganglienkugel versehenen blinden Ende oder Anfang und Ursprung einer Nervenfaser zu thun habe, welche sich zu peripherischem Fortgange dem Nervenbündelchen anschliesst. Indessen ist es uns auch in solchen Fällen mehrere Male gelungen, uns vollständig davon zu überzeugen, dass in diesem Stiele zwei Fasern neben einander lagen, deren Conturen nach der einen Seite in die Hülle der Ganglienkugel übergingen und andererseits in dem Nervenbündelchen selbst in entgegengesetzter Richtung verliefen, indem die eine Faser zum Centrum, die andere zur Peripherie sich wandte. Die Ermittlung dieses Verhältnisses wird nicht selten dadurch noch besonders erschwert, dass zu dieser von dem übrigen Nervenbündel abgelösten Ganglienkugel ein Capillargefäss hingeht und zurückkehrt, das nur allzu leicht mit einer Nervenfaser verwechselt werden kann. Wenn auch in diesen letzteren Fällen die Nervenfaser so frei und rein sich darbot, dass das Mikrometer angewendet werden konnte, so ergab sich für dieselbe eine Breite von 0,00040″; sie gehört also — denn es handelt sich um Säugethiere, deren Nervenfasern im Allgemeinen schmäler sind — zu der Gattung breiter cerebrospinaler Fasern. (Taf. II, fig. 14.)

§. 21. Die vorstehenden Erfahrungen reichen sicherlich hin zur Begründung des Ausspruchs, dass in den Ganglien der Cerebrospinalnerven selbst oder in deren unmittelbarer Nähe bei allen Wirbelthieren ein inniges Verhältniss der Ganglienkugeln zu den breiten oder sogenannten animalen Nervenfasern stattfinde, indem diese Fasern auf ihrem Gange von den Centraltheilen zur Peripherie solche Kugeln in ihrem Innern beherbergen. Die hier sich darbietende Frage, ob eine Faser immer nur eine Kugel aufnehme oder auch mehrere hintereinander einschliesse, lässt sich für jetzt mit Sicherheit nicht beantworten, doch darf bemerkt werden, dass es uns trotz der hierauf gerichteten Aufmerksamkeit niemals gelungen ist, uns von dem letzteren Verhältnisse zu überzeugen. Ein anderer hier zur Sprache zu bringender wichtiger Gegenstand ist aber dieser, ob beide, sensible sowohl als motorische

Fasern, oder nur die eine Classe derselben mit solchen Kugeln ausgerüstet sei. Am Vagus oder Glossopharyngeus der Säugethiere, da beide diese Nerven gemischter Natur sind und wir die in verschiedener Richtung leitenden Faserelemente derselben nicht zu unterscheiden und zu isoliren vermögen, möchte kaum eine Auskunft hierüber gewonnen werden können. Mit Rücksicht auf das Vorkommen der Ganglienkugeln in der hinteren motorischen Wurzel des Trigeminus beim Hecht dürfte vielleicht die Ansicht geltend gemacht werden, dass es die motorischen Fasern sind, welche mit den Kugeln versehen erscheinen. Wenn indessen hiergegen schon der Umstand streitet, dass rein motorische Nerven, wie etwa die Augenmuskelnerven, jetzt ebenso wenig als bei früheren Untersuchungen eine Spur von Ganglienkugeln auffinden liessen*), so ist auch die sorgfältigere Erwägung der beim Trigeminus und Vagus des Hechts obwaltenden Verhältnisse jener Ansicht nicht günstig. An der hinteren Wurzel des Trigeminus nämlich zeigt nur diejenige Partie, in welcher der zum Ganglion gehende Zweig noch enthalten ist, sowie dieser Zweig selbst Kugeln; in dem ausschliesslich motorischen Aste fehlen sie. Und auch am Vagus zeigen sich dieselben in grösster Menge in dem starken, die Seitenmuskeln durchziehenden ramus lateralis, der bekanntlich der Hauptsache nach ebenfalls sensibel ist. Dass indessen alle sensiblen Fasern in solcher Beziehung zu den Kugeln stehen, ist zweifelhaft und selbst unwahrscheinlich, indem, auch wenn der Trigeminus an der bezeichneten Stelle seiner ganzen Dicke nach Schritt vor Schritt untersucht wird, doch nur die Minderzahl seiner Fasern mit den Kugeln ausgestattet erscheint. Vielleicht sind nur die centripetal leitenden Elemente der Muskelnerven, die Vermittler der Muskelgefühle, mit Kugeln versehen. Jedenfalls üben aber die in den Ganglien enthaltenen Kugeln auf die Verrichtung der durch dieselben hindurchtretenden cerebrospinalen Fasern einen Einfluss aus, wenngleich wir einer näheren Bestimmung dieses Einflusses uns vorläufig noch zu enthalten haben. — So viel indessen scheint ausgemacht, dass das Vorkommen der Ganglien an den Wurzeln der Cerebrospinalnerven, den man in neuerer Zeit eine Beziehung zur centripetalen und centrifugalen Leitung abzusprechen genöthigt war, nun wiederum als ein anatomisches Merkmal ihrer functionellen Verschiedenheit geltend gemacht werden darf. Hiermit tritt man keineswegs den vielfachen Erfahrungen entgegen, welche die centrifugale Leitung in vielen durch Ganglien hindurchtretenden Nervenfasern dargethan haben, sondern es soll nur heissen, dass, wo in Cerebral-Nerven

*) Rosenthal giebt in seiner unter Purkinje's Leitung gearbeiteten Inauguraldissertation (de numero atque mensura microscopica fibrillarum elementarium systematis cerebro-spinalis, Vratisl. 1845, §. 21, p. 14) an, dass er im Oculomotorius des Rindes, nach vorheriger Behandlung mit Holzessig und darauf folgendem Austrocknen, neben den Fibrillen einige ovale Körper gefunden, die Purkinje für Ganglienkörper erklärt habe. Bei Durchmusterung des Oculomotorius vom Kalbe, Hunde und der Katze im frischen Zustande, wobei namentlich das in der Schädelhöhle liegende Stück dieses Nerven Schritt vor Schritt bearbeitet wurde, habe ich trotz dem lebhaftesten Verlangen, Ganglienkugeln anzutreffen, nie letztere finden können. Mehr gegen die Peripherie liegende Strecken dieses Nerven habe ich nicht untersucht.

Ganglien vorhanden sind, sicherlich centripetale Fasern und möglicher Weise auch centrifugale durch die Anschwellungen hindurchgehen.

2. In den Ganglien des sympathischen Nerven.

§. 22. Im Bisherigen ist von einem anatomischen Verhältnisse die Rede gewesen, dessen Dasein aus früheren Erfahrungen nicht vermuthet werden konnte und dessen Darlegung daher ganz ausserhalb der Absicht lag, in der die Untersuchung der Ganglien unternommen wurde. Dennoch musste länger bei denselben verweilt werden wegen der Aufschlüsse, die es nicht nur für die fragliche Angelegenheit, sondern für die ganze Nervenlehre versprach und zum Theil wirklich darbot. Mit der durch diese neuen Erfahrungen vermehrten und befestigten Einsicht in die Natur und die Lagerungsverhältnisse der Ganglienkugeln war jedoch die Aussicht, mit befriedigenderem Erfolge, als bisher geschehen, die innere Beschaffenheit der Ganglien zu studiren, beträchtlich vermehrt worden. So wollen wir denn auch in dem Gange dieser Darstellung zu jener ersten Frage zurückkehren, zu der Frage nämlich nach dem Verhältniss der dünnen oder sympathischen Nervenfasern zu den Ganglienkugeln, oder jener Fasern, die nicht bloss im Gangliennervensystem im engeren Sinne des Worts, sondern auch in cerebrospinalen Nerven anzutreffen sind, und die unzweifelhaft, wenigstens zum grössten Theile, in den Ganglien ihre anatomischen Anfänge und physiologischen Centren haben. Es durfte zwar vorausgesetzt werden, dass hier Aehnliches sich finden werde, als im Obigen für manche cerebrospinale Fasern nachgewiesen wurde, indem es unwahrscheinlich war, dass das in dieser Beziehung an einer Stelle so klar sich darlegende Gesetz nicht auch in weiteren Kreisen bei ähnlichen Vorkommnissen Giltigkeit haben sollte. Indessen war doch nicht allein diess Allgemeine, sondern noch manches Besondere in dieser Angelegenheit auf empirischem Wege zu ermitteln und festzustellen. Trotz des Lichtes jedoch, welches die bisher mitgetheilten Erfahrungen diesen nun abermals begonnenen Untersuchungen darzubieten versprachen, sind wir hierbei auf Schwierigkeiten gestossen, die wir selbst bei einer fast ein ganzes Jahr hindurch fortgesetzten Behandlung des Gegenstandes nur theilweise zu beseitigen vermochten. Unter einer zahllosen Menge von Präparaten, an denen wir Aufklärung über die hier stattfindenden Verhältnisse suchten, waren es doch nur einzelne, welche einen einigermaassen befriedigenden Aufschluss gewährten; daher denn manche hierbei nahe liegende Frage leider auch jetzt noch unerledigt bleiben musste.

Wir wandten uns zuerst an die sympathischen Ganglien des Hechts, in der Hoffnung, dass die grössere Breite seiner sympathischen Nervenfasern, sowie die geringere Entwickelung des Bindegewebes in diesem Thiere die Untersuchung wesentlich erleichtern und fördern würde. Indessen zeigte sich bald, dass hier nicht besonders viel zu erwarten sei. Einmal sind nämlich in den rein sympathischen Ganglien, an dem Grenzstrange des Sympathicus, auch beim Hecht die Ganglienkugeln viel kleiner als die in die breiten Fasern der Cere-

brospinalnerven eingebetteten Kugeln; während in den letzteren der längere Durchmesser sich bis auf 0,0035″ erhebt, übersteigt er in den eigentlich sympathischen Ganglien kaum 0,0015″. Dann sind die sympathischen Nervenfasern, ohne Zweifel wegen des gerigeren Fettgehalts ihres sogenannten Markes, hier gewöhnlich so schwach conturirt, dass sie bei ihrem durch die Kugelhaufen unregelmässig gewordenen Gange kaum mit Sicherheit verfolgt werden können. Und endlich scheint die Primitivscheide dieser Fasern so überaus zart und dünn zu sein, dass bei der Ausbreitung des Ganglions dieselbe weit eher reisst und die Kugeln frei heraustreten lässt, als dass die Faser nebst der eingebetteten Kugel von den benachbarten Theilen getrennt und isolirt werden kann.

Nicht glücklicher waren wir bei anderen Fischen und namentlich bei Gadus Lota. Die sympathischen Ganglien sind bei diesem Thiere ungewöhnlich gross, aber zur Bereitung mikroskopischer Präparate eignen sie sich ebenso wenig, indem auch sie schon äusserlich von Pigment umhüllt und im Innern von Bindegewebe durchsetzt sind. Gelegentlich mag indessen bemerkt werden, dass die Ganglienkugeln im Sympathicus von Gadus sich durch die ausserordentliche Grösse ihres Kerns auszeichnen, indem derselbe meistens einen Durchmesser von 0,00070″ hat.

So kehrten wir denn auch zur Ermittlung der Verbindungsweise der sympathischen Nervenfasern mit den Ganglienkugeln zu den erwähnten beiden Ganglien an den Hirnnerven der Fische zurück, in der Erwartung, dass sie, die doch ebenfalls — und namentlich gilt diess vom Vagus — Quellen einer sehr bedeutenden Menge sympathischer Nervenfasern sind, den Ursprung derselben leichter als andere Stellen würden nachweisen lassen. Glücklicherweise ist unsere Erwartung denn auch, zum Theil wenigstens, in Erfüllung gegangen. Freilich bemerkten wir bald, dass auch bei den Fischen in diesen Ganglien, wenn man mitten in denselben zu arbeiten hat, Bindegewebe und Gefässbildung in so reichlichem Maasse vorhanden sind, dass sie die Untersuchung in hohem Grade erschweren; und diess, sowie der durchaus regellose Gang der vielfach einander durchkreuzenden Nervenfasern, woher sie weit eher zerstört als mit Beibehaltung ihres ursprünglichen Verhältnisses zu den Kugeln ausgebreitet werden, erklärt es, dass wir nur in seltenen Fällen eine befriedigende Einsicht uns verschaffen konnten. — Ueber die vorhergehende Präparation der bezeichneten Stellen weiss ich keine nähere Vorschrift zu geben. Die Ganglien oder aus ihnen herausgeschnittene Stückchen müssen auf beliebige Weise möglichst fein zerzupft werden; ob diess mit mehr oder weniger Vorsicht geschehe, scheint mir ziemlich unerheblich, denn es ist immer nur Zufall und nicht sicher zu brechnende Folge, wenn ein belehrendes Präparat sich darbietet. Von der Behandlung eines solchen Präparats mit Essigsäure oder Alkalien habe ich auch keinen besonderen Erfolg gesehen*); das einzige empfehlenswerthe und unerlässliche Hilfs-

*) Auch die früher schon und noch neuerdings von Donders a. o. a. O. empfohlene, mehrere Stunden lang fortgesetzte Einwirkung einer gesättigten Lösung kaustischen Kali's oder concentrirter Essigsäure hat mir kein erkleckliches Resultat geliefert. Durch letzteres Reagens wird die Bindesubstanz nicht

mittel ist Geduld: man kann wohl viele Tage hinter einander eine grosse Reihe von Präparaten anfertigen, ohne etwas anderes als die grossen Schwierigkeiten dieser Untersuchung kennen zu lernen, bis endlich ein glückliches Ungefähr ein instructives Präparat gewinnen lässt.

§. 23. Wenn man durch Zerzupfen eines der erwähnten Ganglien sich ein zur mikroskopischen Untersuchung geeignetes Präparat verschafft hat, so wird man in demselben theils frei umherschwimmende Ganglienkugeln in den oben geschilderten verschiedenen Zuständen wahrnehmen, theils auch gewöhnlich einige in breite Fasern eingebettete Kugeln erblicken. Ueberdiess finden sich in dem Präparate auch dünne Nervenfasern, und nicht selten in überwiegender Menge, und wenngleich nur selten, hat sich doch auch von diesen mit vollkommener Sicherheit beobachten lassen, dass sie bei einem Durchmesser von 0,00022″ mit den Kugeln in der Weise in Verbindung stehen, dass der äusserste Contur der Faser in eine um die Kugel herumgehende dunkle Grenzlinie sich fortsetzt, woraus denn folgt, dass auch hier die Ganglienkugel in eine Nervenröhre eingebettet ist, indem letztere zu diesem Zwecke auch hier eine erweiterte Stelle darbietet. Ueber diese Verhältnisse ist jedoch nur folgendes Nähere zu bemerken.

Zuvörderst sind die in die schmalen sympathischen Fasern eingebetteten Ganglienkugeln auch ihrerseits kleiner als die mit den breiten animalen Fasern verbundenen. Während hier nämlich bei Fasern von etwa 0,00060″ Breite die erweiterten Stellen bis 0,0040″ messen, und die eingebettete Kugel eine entsprechende oder nur wenig geringere Grösse zeigt, sind dort, bei Fasern von 0,00020 — 0,00025″ Breite, die Erweiterungen höchstens 0,0020″ gross, und dem entspricht natürlicherweise auch die Grösse der Kugel. Die verschiedene Grösse, welche in den Ganglien der Cerebrospinalnerven die Kugeln darbieten, weist demnach höchst wahrscheinlich auf eine Verschiedenheit in der Function derselben hin, um so mehr, als in den eigentlich sympathischen Ganglien ausschliesslich kleinere Kugeln angetroffen werden. Dieser Umstand dürfte nicht wenig dazu beitragen, die etwa noch obwaltenden Zweifel in Betreff des durchgreifenden Unterschiedes zwischen breiten und dünnen Fasern zu beseitigen und die Vermuthung, dass die letzteren immer nur Kunstproducte seien, entschieden zurückzuweisen. Denn mit dieser Annahme wäre nicht nur die gewöhnlich ganz unverkennbare Gleichartigkeit der Nervenröhre diesseits und jenseits der Kugel schwer vereinbar, sondern es widerspricht ihr überdiess durchaus das, wie es scheint,

---

gelöst, sondern quillt nur gallertartig auf, aber sie lässt sich eben deshalb noch schwerer als im frischen Zustande entfernen und ihre grössere Durchsichtigkeit schafft auch keinen Vortheil, da die Nervenfasern ebenfalls an Durchsichtigkeit gewinnen und mit ihren dunkeln Conturen einen diagnostischen Hauptcharakter einbüssen. Das Kali finde ich ziemlich ähnlich wirkend; die Ganglienkugeln bleiben unverändert, der Inhalt der Nervenröhren wird blass und letztere werden dadurch unkenntlicher; das Bindegewebe zerfällt zwar zum Theil, aber das ganze Präparat wird von zahlreichen undurchsichtigen Körnchen (Seifenkügelchen? Donders) bedeckt, die den Blick auf die Gesammtverhältnisse stören.

ganz gesetzliche Verhältniss, welches zwischen der Breite der Nervenfasern und der Grösse der Ganglienkugeln stattfindet.

Das Verhältniss der kreisrunden oder eiförmigen Erweiterung der sympathischen Nervenröhre zu der eingebetteten Ganglienkugel ist dasselbe wie bei den breiten Fasern, indem die erweiterte Stelle bald ganz von der Kugel ausgefüllt wird, bald neben derselben den Eintritt einer grösseren oder geringeren Menge von Nervenmark gestattet. Letzteres giebt sich nicht in so auffallender Weise wie bei den breiten Fasern kund, indem der flüssige Inhalt der sympathischen Fasern schon ursprünglich weniger dunkle Ränder erzeugt und auch nach seiner Gerinnung und Zerfällung in eine krümelige Masse weniger undurchsichtig erscheint. Die grössere Blässe und Durchsichtigkeit dieser Partieen macht demnach auch ihrerseits das Auffinden der betreffenden Partieen weniger leicht als in den breiten Fasern. Was über die anatomischen Verhältnisse dieser dem sympathischen Systeme angehörenden Fasern und Kugeln sich noch ferner ermitteln liess, will ich sogleich mit Rücksicht auf die hierbei zur Sprache kommenden physiologischen Lehren erörtern. (Taf. I, fig. 2.)

§. 24. Bekanntlich hat die jüngste Zeit mit neuen Gründen den alten Satz gestützt, dass die Ganglien Centralorgane sind, indem sie theils bewies, dass Impulse zu gewissen Nervenactionen von ihnen ausgehen, theils darthat, dass die Uebertragung der Leitung von centripetalen auf centrifugale Fasern auch durch sie vermittelt werde. Für diese physiologische Bedeutung der Ganglien darf und muss in der Gegenwart der Kugeln der anatomische Grund gesucht werden. Um nun auch nur die oberflächlichste Einsicht in den dabei stattfindenden Vorgang zu gewinnen, war daher vor allen Dingen erforderlich die Kenntniss der Art und Weise, wie Fasern und Kugeln sich zu einander verhalten. Ein Theil dieser Forderung scheint durch das Vorhergehende erfüllt zu sein. Denn dass die von den Ganglienkugeln ausgehenden Impulse in der Bahn der Nervenfasern fortgeleitet werden, dürfte nunmehr eher verständlich sein als sonst, wo die Einlagerung der Kugeln in die Nervenröhren selbst noch nicht bekannt war. Aber es verdienen ausser dem angeführten noch andere Verhältnisse eine genauere Berücksichtigung, und vor allem der Umstand, dass auch auf die zunächst nur vom Sympathicus abhängigen Actionen die Centraltheile des animalen Nervensystems einen unverkennbaren Einfluss ausüben. Auch die etwa mögliche Bestimmung der Wege, auf welchen diess geschieht, musste daher im Auge behalten werden. Für die Beantwortung dieser verschiedenen Fragen haben sich bisher folgende Anhaltpuncte ergeben.

Die Erweiterungen an den sympathischen Nervenröhren, welche die Ganglienkugeln in sich aufnehmen, bieten sich in zwiefacher Weise dar: entweder nämlich findet diese Erweiterung des cylindrischen Hohlraums nach allen Seiten hin statt, oder die Röhrenwand bietet nur nach einer Seite eine Ausbuchtung dar. Hiernach ist auch das Verhältniss derjenigen Nervenfasern, welche mit dieser erweiterten Stelle zusammenhängen, zu derselben ein verschiedenes. Entweder nämlich gehen die sympathischen Nervenröhren von den beiden Polen der erweiterten Stelle aus, liegen also einander gerade gegenüber, oder aber

sie münden nahe neben einander an dem seitlichen Umfange der Höhle in diese aus. Das erstere Verhältniss wollen wir hier zuerst in's Auge fassen. Es ist uns zwar in einer nur geringen Zahl von Fällen gelungen, die Anwesenheit desselben kennen zu lernen, aber dann haben wir auch mit vollkommen überzeugender Deutlichkeit und Sicherheit es gesehen. Die einfach dunkeln parallelen Conturen einer Nervenfaser entfernen sich plötzlich von einander, um jederseits nach Beschreibung eines bogenförmigen, einem halben Kreise ähnlichen Weges wieder in die ursprüngliche Lage zu einander zurückzukehren, indem der auf solche Weise umschriebene Hohlraum eine Ganglienkugel aufnimmt. Und diess Verhältniss der Nervenröhren zu der erweiterten Stelle bleibt sich gleich, auch wenn durch Bewegen des Deckblättchens das Object genöthigt wird, sich von verschiedenen Seiten darzubieten. Diese einander gegenüberliegenden dünnen Nervenfasern haben sich jederseits von der Kugel mitunter bis auf eine Strecke von 0,04″ verfolgen lassen. Sie haben also zu der die Ganglienkugel beherbergenden Erweiterung ganz dasselbe Verhältniss, wie wir es oben von den breiten Nervenfasern und den zugehörigen Kugeln angemerkt haben; und wenn wir hier nicht anstehen konnten auszusprechen, dass von den zwei zur Kugel gehörenden Fasern die eine zu den cerebrospinalen Centren, die andere zur Peripherie sich begebe, so werden wir dieselbe Behauptung nun wiederholen müssen. Wir setzen also voraus, dass von den zwei schmalen sympathischen Nervenfasern, die mit einer solchen eine Ganglienkugel beherbergenden Erweiterung zusammenhängen, die eine zum Gehirn oder Rückenmark fortgeht — womit vollkommen übereinstimmt, dass auch in den Wurzeln der Cerebrospinalnerven dünne Fasern sich finden, obgleich in ungleich geringerer Menge als in den peripherischen Aesten — und dass dagegen die andere Faser zu irgend einem peripherischen, von sympathischen Nerven versorgten Organe sich hinbegiebt. Noch ein anderer Weg scheint für diese Unterordnung des sympathischen Nervensystems unter das animale vorhanden zu sein. Ich glaube nämlich ein Paar Male gesehen zu haben, dass die beiden mit einer Erweiterung zusammenhängenden Röhren in der Breite auffallend verschieden waren, so dass die eine als sympathische, die andere als animale Faser betrachtet werden konnte. Die mit der Ganglienkugel versehene erweiterte Stelle, welche einen Durchmesser von 0,0023″ hatte, ging nämlich auf der einen Seite in eine Faser von 0,00018″ Breite über, während sie auf der gegenüberliegenden Seite eine Faser von 0,00046″ zu entsenden schien; ich sage „schien", weil die breite Faser nur in so kurzer Strecke zu verfolgen und von ausgetretenem Nerveninhalte so sehr bedeckt war, dass über ihre Natur nicht alle Zweifel für beseitigt gehalten werden konnten. Würden aber wirklich eine animale und eine sympathische Faser auf die erwähnte Weise zusammenhängen, so wäre es auch denkbar, dass der breite, vom Gehirn oder Rückenmark kommende Theil einer solchen Faser dazu diente, auf die sonst nur von der Ganglienkugel abhängigen Actionen der dünnen Fasern den Einfluss jener Centraltheile fortzuleiten.

§. 25. Zur Erklärung der in den Ganglien stattfindenden Reflexaction scheint eine zweite Verbindungsweise der sympathischen Fasern mit der für die Ganglienkugel erweiterten

Höhle in Betracht gezogen werden zu können, diejenige nämlich, bei welcher die Fasern nicht von den gegenüberliegenden Polen dieses Hohlraums ausgehen, sondern nahe neben einander von dem seitlichen Umfange desselben entspringen. Auch dieses Verhältniss mit vollständiger Sicherheit zu erkennen ist uns nur in wenigen Fällen gelungen; nachdem dasselbe sich aber einmal hatte auffassen lassen, waren die sich darbietenden brauchbaren mikroskopischen Bilder leicht hiernach zu deuten oder hierauf zu beziehen. Wenn nämlich die Kugeln nicht überhaupt ganz nackt und bloss daliegen, sondern mit den Nervenröhren noch verbunden sind, so bietet sich zwar gewöhnlich nur eine mit der erweiterten Stelle zusammenhängende Faser dar und indem der Contur derselben sich ununterbrochen in die Hülle der Kugel fortsetzt, kann wohl die Meinung entstehen, als sei die Kugel in dem erweiterten blinden Ende der Nervenröhre eingebettet oder, um die bisherige Ausdrucksweise beizubehalten, als entspringe von der Ganglienkugel nur eine Nervenfaser. Aber auch an derartigen Präperaten wird man meistentheils bei genauerer Untersuchung eine Stelle finden, welche die Spuren einer zweiten abgerissenen Faser darbietet, ganz in derselben Weise, wie diess schon oben von den breiten Fasern bemerkt wurde. Aber diese Stelle liegt nicht der ganz erhaltenen Faser gegenüber, sondern ist derselben näher gerückt, was sich in einigen Fällen, in denen beide Fasern wohl erhalten waren, mit Sicherheit und Vollständigkeit übersehen liess (Taf. I. fig. 3). Gerade das Nahenebeneinanderliegen der Abgangsstellen dieser beiden Fasern macht es auch verständlich, dass gar häufig die eine von der andern verdeckt wird und dass nur bei gewissen Stellungen des Ganglienkörpers beide Fasern gleichzeitig mit gleicher Deutlichkeit im Gesichtsfelde sich darbieten. — Es stimmt hiermit auch überein die bekannte Erfahrung, dass man bei Untersuchung von Ganglien häufig beträchtliche Gruppen von Kugeln erblickt, deren jede einzelne in dem grössten Theil ihres Umfanges frei daliegt, ohne eine Spur einer abgehenden Faser darzubieten, und nur an einer beschränkten Stelle mit der ganzen Gruppe verbunden ist. Wenn man diess, und nicht mit Unrecht, zuweilen als einen Umstand hervorhob, der mit dem Entspringen der Fasern von den Kugeln nicht wohl zusammenstimme, so wird nunmehr eine gnügende Erklärung dieser Erscheinung nicht schwierig sein. Dieser nach einer Seite hin erfolgende Abgang beider Fasern von der erweiterten Stelle berechtigt zu der Vermuthung, dass dieselben auch nach einer und derselben Richtung fortgehen, und mit Rücksicht auf das Uebergewicht, welches die aus einem Ganglion austretenden Fasern über die in dasselbe eintretenden darbieten, darf man ferner erwarten, dass beide Fasern in peripherischer Richtung fortgehen und in Organe eintreten, die als vom sympathischen Nerven versorgt sich darstellen. Den ersten Theil dieser Voraussetzung empirisch zu bekräftigen, ist uns allerdings gelungen, wir haben unmittelbar beobachten können, wie zwei Fasern der erwähnten Art sich einem benachbarten Nervenbündelchen anschlossen und in derselben Richtung in demselben fortliefen; aber die Ueberzeugung, dass diese Richtung die peripherische sei, haben wir nur durch die oben angeführte Betrachtung und Berechnung zu stützen vermocht. Es ist aber einleuch-

tend, dass dieser nach einer Richtung erfolgende Abgang beider Fasern, die überdiess ohne Zweifel mit benachbarten Fasern sich mannigfach durchflechten, ein neuer Grund für die Schwierigkeit ist, mit welcher sich aus den Ganglien Präparate darstellen lassen, die die gewünschte Auskunft über die Verhältnisse von Fasern und Kugeln in vollkommenem Maasse geben.

Es wird also wenigstens von einem Theile der im sympathischen Nervensystem enthaltenen Fasern behauptet werden dürfen, dass je zwei derselben in einem Ganglion sich zu einem Bogen verbinden, dessen Spitze durch einen eingelagerten Ganglienkörper bezeichnet ist, und es wird damit die Voraussetzung verbunden werden können, dass von den beiden Schenkeln eines solchen Bogens der eine der centripetalen, der andere der centrifugalen Leitung dienen mag. Die in den Ganglien stattfindende Uebertragung der Action einer centripetalen Faser auf eine centrifugale wird durch diese schlingenförmige Umbiegung zweier Fasern in einander vielleicht wohl verständlich. Dagegen ist es nach dem Bisherigen durchaus noch nicht einzusehen, wie diese Uebertragung bei Reizung eines einzigen peripherischen Punctes auf eine grosse Menge von motorischen Fasern möglich werde, was bekanntlich in der Sphäre des Sympathicus ebenso wie im cerebrospinalen Nervensystem der Fall sein kann, indem z. B. die Reizung eines ausgeschnittenen Froschherzes auch nur mit einer feinen Nadelspitze eine Contraction der ganzen Herzmusculatur hervorruft, die doch gewiss nicht von einer einzigen centrifugalen Nervenfaser beherrscht wird. Mittel zu einer so ausgebreiteten Uebertragung habe ich bisher nicht finden können; selbst die von anderen Beobachtern angeführten Commissuren sind mir niemals aufgestossen, wenn man nicht etwa das Zusammengedrängtsein der Ganglienkörper durch reichlich zwischen und um sie gelagertes Bindegewebe so nennen will. In keinem Fall wird man jedoch solchen aus Bindegewebe bestehenden Verbindungsmitteln einen so wesentlichen Antheil an den eigenthümlichen Verrichtungen der Nervensubstanz zuschreiben wollen. Hier bleibt der anatomischen Untersuchung noch alles zu thun übrig.

§. 26. Die vorstehenden Untersuchungen sind zwar vorzugsweise am Hecht und der Quappe angestellt worden, doch haben auch andere Thiere, namentlich Frösche, Katzen, Kälber zu denselben gedient. So deutlich als bei den Fischen haben sich bei höherstehenden Thieren die erwähnten Verhältnisse zwar nicht darstellen lassen, doch haben sich auch hier mitunter Präparate dargeboten, welche eine denselben entsprechende Deutung gestatteten. Bei den letztgenannten Wirbelthieren wird die Untersuchung in dem Maasse schwieriger, als die den Ganglien regelmässig zukommende Entwickelung von Bindegewebe und Gefässen stärker wird, ja selbst das Uebergewicht über die eigentlichen Nervenelemente erlangt. Insofern das Auftreten jener accessorischen Gewebtheile in den zum Nervensystem gehörenden Partieen in bemerkenswerther Weise erst dann stattfindet, wenn dieselben durch die dura mater hindurchgegangen sind, durfte gehofft werden, dass an den innerhalb des Rückgratkanals gelegenen Ganglien der letzten Spinalnerven, an den sogenannten Schlemm'-

schen Knoten, jenes Hinderniss der Untersuchung in geringerem Maasse angetroffen werden würde. Indessen ging diese Hoffnung nicht in Erfüllung; die Verhältnisse zeigten sich hier ziemlich ebenso wie in den andern Ganglien und eine Erweiterung der sonst schon gemachten Erfahrungen liess sich an diesem Orte so wenig gewinnen, dass nicht einmal von einer Bestätigung derselben mit der erforderlichen Sicherheit die Rede sein kann.

§. 27. Es ist im Bisherigen der Beweis geliefert worden, dass sowohl in die breiten cerebrospinalen als in die schmalen sogenannten sympathischen Nervenfasern Ganglienkugeln eingebettet sind. Wenngleich die unter den bezeichneten verschiedenen Verhältnissen angetroffenen Ganglienkugeln im Uebrigen mit einander übereinstimmen, so unterscheiden sie sich doch, wie schon oben beiläufig erwähnt wurde, durch ihre Grösse. Hierüber ist jedoch noch Folgendes zu bemerken. Wenn man ein Stammganglion irgend eines Cerebrospinalnerven, namentlich von erwachsenen Säugethieren, untersucht, so wird man sehr bald finden, dass die nackten Ganglienkugeln eine sehr bedeutende Grössendifferenz darbieten, und zwar wird man hiernach zwei verschiedene Arten solcher Kugeln unterscheiden können. Die zur ersteren Art gehörenden Kugeln besitzen im Mittel einen Durchmesser von 0,0030″, erreichen aber auch die Grösse von 0,0040″; die zweite Art dagegen hat meistens einen Durchmesser von 0,0016″, der indessen auch bis 0,0020″ und etwas darüber steigt. Ich will nicht behaupten, dass zwischen den grössten Kugeln der kleineren Art und den kleinsten der grösseren Gattung nicht auch Uebergangsformen vorkommen, aber ich glaube mich nicht zu täuschen, wenn ich ausspreche, dass man bei den freiliegenden Ganglienkugeln mit dem Mikrometer am häufigsten die genannten Mittelgrössen finden wird. Es scheint mir nun sehr beachtenswerth, dass, so oft es nur gelingt, eine in eine breite Faser eingebettete Ganglienkugel in dieser Verbindung zu betrachten, sie als zur grösseren Kugelart gehörig sich ausweist, während in allen Fällen, wo es möglich wurde, Ganglienkugeln in ihrem Verhältniss zu den schmalen Fasern vollständig zu übersehen, sie in ihren Durchmessern mit den Kugeln der zweiten Art übereinstimmten. Entsprechend den durch ihre Grösse unterschiedenen zwei Arten von Nervenfasern lassen sich demnach auch zwei Arten von Nervenkugeln im peripherischen Nervensystem unterscheiden, so zwar, dass einerseits die kleineren Kugeln und schmalen Fasern, und andererseits die grösseren Kugeln und breiten Fasern zusammengehören. Diese Ansicht gewinnt eine wesentliche Stütze noch dadurch, dass in den Ganglien aus dem Grenzstrange des Sympathicus, der ausschliesslich schmale Fasern enthält und nur ausnahmsweise breite Fasern wahrnehmen lässt, auch nur die kleinere Kugelart sich darbietet. Vielleicht dürfte zur Charakteristik dieser beiden Arten von Kugeln auch noch das Merkmal geltend gemacht werden, dass der in den Nervenzellen zuweilen vorhandene Pigmentfleck entweder ausschliesslich den grossen Zellen zukommt, oder nur in diesen recht deutlich hervortritt; doch mag ich über diesen Punct mich nicht mit voller Entschiedenheit aussprechen. Diese Grössenverschiedenheit der Ganglienkugeln ist übrigens bei allen Wirbelthieren vorhanden. So waren beim Hecht aus dem Ganglion

des Vagus die grössten Kugeln im Durchmesser 0,0031″ — 0,0035″ gross, aus einem Ganglion des sympathischen Grenzstranges gingen sie nicht über 0,0015″ hinaus; so beim Hunde und der Katze aus Spinalganglien bis 0,0040″, und hier war die Pigmentirung besonders stark, aus einem Ganglion thoracicum dagegen nicht über 0,0020″; u. s. w.

So sind also schon in histologischer Beziehung die Stammganglien der Cerebrospinalnerven von den Ganglien des Sympathicus wesentlich verschieden. In jenen sind beide Arten von Ganglienkörpern enthalten, die grossen eingebettet in vom Centrum zur Peripherie verlaufende breite oder animale (centripetale) Fasern, die kleinen theils in eben solchem Verhältniss zu schmalen Fasern stehend, theils in die innerhalb der Ganglien gelegenen bogenförmigen Schlingen derselben eingelagert; in den sympathischen Ganglien dagegen, in denen die breiten Fasern fehlen, sind auch nur die genannten Verhältnisse zwischen den kleinen Kugeln und schmalen Fasern anzutreffen. Es rechtfertigt sich demnach auch durch die neuesten Fortschritte der mikroskopischen Forschung der schon längst von Müller*) vermuthete Unterschied zwischen den Ganglien. Wenn nämlich von den Ganglien an den sensiblen Wurzeln der Rückenmarks- und Gehirnnerven, deren eigentliche Bedeutung zwar noch nicht bekannt sei, doch vermuthet wird, dass auch sie einen Theil der organischen Fasern des Sympathicus hergeben möchten, während die Hauptquelle für die letzteren in den Ganglien des Sympathicus selbst zu suchen sei, so stimmt diese Ansicht ganz mit dem Resultate der hier mitgetheilten Erfahrungen überein. Dagegen kann die dritte von Müller aufgestellte Classe von Ganglien, welche diejenigen Knoten umfasst, die an manchen Verbindungsstellen der Cerebrospinalnerven mit sympathischen Zweigen sich finden, nicht als eigenthümlich angesehen werden, da sie vielmehr ganz zum Sympathicus gehört. Diess ist von Volkmann und mir namentlich vom Ganglion ciliare und sphenopalatinum auf's Entscheidendste bewiesen worden, indem diese Knoten so zahlreichen sympathischen Nervenfasern als Quelle dienen, dass die austretenden Zweige um das mehrfache stärker oder zahlreicher sind als die eintretenden. Allerdings hatte auch schon Müller der Möglichkeit gedacht, dass die letzterwähnten Knoten keine besondere Classe bilden, sondern in den Bereich des Sympathicus gehören könnten. Aber die Entscheidung hierüber erwartete er von dem Nachweis, dass solche Ganglien nicht Ursprungstellen sympathischer Fasern, sondern bloss Verbindungsstellen zu peripherischem Anschluss an die Cerebrospinalnerven sind. Erst das Mikroskop konnte hier von schwankenden Vermuthungen zu festen Ueberzeugungen leiten, immer jedoch ist solche Uebereinstimmung früherer Ahnungen mit späteren Erfahrungen für die Geschichte der Wissenschaft nicht uninteressant.

§. 28. Bei Behandlung des Zusammenhanges zwischen den Fasern und Kugeln des peripherischen Nervensystems durften die Pacini'schen oder Vater'schen Körperchen nicht übergangen werden; denn wenn die Vermuthung, dass in denselben eine Ganglienkugel

*) Handbuch der Physiologie, 1ste Auflage 1834 pag. 588, dritte Auflage 1837 pag. 613.

enthalten sei, bei früheren Untersuchungen nicht erwiesen werden konnte, so durfte doch gehofft werden, dass mit der nunmehr gewonnenen Einsicht in die Textur der Nerven auch diess Verhältniss sich besser werde aufklären lassen. Bekanntlich ist jene Vermuthung von Henle und Kölliker*) ausgegangen; dieselben glaubten nämlich innerhalb grösserer Endanschwellungen der in jene Körperchen eingeschlossenen Nervenfasern zuweilen ein zartes rundes Bläschen zu sehen, welches den Gedanken erregte, dass dieses Ende eine Ganglienkugel sei. Da jedoch alle Mühe, hierüber in's Reine zu kommen vergeblich blieb, und da die Verfasser meinten, dass bei fortgesetzten Untersuchungen ein solches Verhältniss nicht hätte unermittelt bleiben können, so sprechen sie schlüsslich die Ueberzeugung aus, dass hier von Ganglienkugeln keine Rede sei und dass die Nervenfaser nur in eine einfache rundliche, grössere oder kleinere Anschwellung übergehe. Ich habe diese Körper neuerdings abermals und mit ausdrücklicher Berücksichtigung dieses Punctes untersucht: zu einem befriedigenden und entscheidenden Resultate bin ich freilich nicht gekommen, doch kann ich folgende Bemerkungen über diesen Gegenstand nicht unterdrücken.

Zur Untersuchung dienten ausschliesslich die Pacini'schen Körperchen im Mesenterium der Katze: Zuvörderst muss ich hervorheben, dass es schmale Nervenfasern sind, welche in diese Körperchen eintreten; ich habe sie ausserhalb der Körperchen im Mesenterium nicht breiter als 0,00023″ gefunden, im Innern derselben sind sie bekanntlich noch weit schmäler. — Von einer Theilung der Nervenfaser in dem Körperchen habe ich mich nicht überzeugen können; wo der Anschein derselben sich darbot, konnten wir die Vermuthung, dass in dem sogenannten Stiele des Körperchens oder gar in dem Stielende des letzteren zwei Fasern enthalten seien, nicht vollständig zurückweisen und widerlegen. Wo die Theilung kurz vor dem vermeintlichen Ende der Faser an dem sogenannten freien oder peripherischen Pole des Körperchens vorzukommen schien, da fand sich immer auch Grund zu der Annahme, dass die Nervenfaser einen verschiedenartig gewundenen und geschlungenen Verlauf mache und dass, indem diese Windungen nicht in einer und derselben Ebene liegen, und also nicht alle gleichzeitig übersehen werden können, der Anschein einer Theilung oder Spaltung entstehe. Auch die knopfförmige Anschwellung, mit welcher die Faser zu enden scheint, lässt sich in ähnlicher Weise deuten; wem sind nicht bei Untersuchung von Nerven Präparate vorgekommen, in welchen eine plötzliche Biegung, eine knieförmige Einknickung einer Nervenfaser durch eine Verbreitung oder eine Anschwellung derselben bezeichnet war? Eine ähnliche Bewandtniss könnte es auch mit diesen Endanschwellungen der Nervenfasern in den Pacini'schen Körperchen haben, und diese Vermuthung gewinnt nicht wenig an Halt dadurch, dass, häufiger als es nach den bisherigen Erfahrungen vorausgesetzt werden durfte, die Nervenfaser durch das Vater'sche Körperchen hindurchgeht. Indem aber die Austrittstelle der Faser ihrer Eintrittstelle nicht immer gegenüber liegt, noch auch

*) Ueber die Pacini'schen Körperchen, Zürich 1844, pag. 24.

Etablissed 1773

mit derselben stets in gleicher Ebene sich befindet, indem dieselbe ferner nicht durch so auffallende Bildung der Kapseln ausgezeichnet ist wie das Stielende, so kann sie leicht übersehen werden. Ich bin daher nicht abgeneigt, zu den Momenten, durch welche Henle und Kölliker das Pacini'sche Ligamentum intercapsulare zu bestreiten und den festeren Zusammenhang der Kapseln an dem freien Pole zu erklären suchen, noch die Vermuthung hinzuzufügen, dass die Kapseln auch hier nicht selten von einer Nervenfaser durchbohrt und auseinander- oder zusammengehalten werden. Dass ein solches Durchtreten der Nervenfaser durch das Pacini'sche Körperchen durchgreifende Regel sei, kann ich freilich auch nach meinen bisherigen Erfahrungen nicht behaupten; es ist das Angeführte nur eine Vermuthung, wie denn überhaupt über diese Körperchen mehr Conjecturen geäussert als positive und feststehende Ergebnisse der Forschung ausgesprochen werden können. — Wenn demnach eine Endanschwellung der in das Pacini'sche Körperchen eintretenden Nervenfaser mir noch zweifelhaft blieb, so konnte ich begreiflicher Weise auch über die Anwesenheit einer Ganglienkugel in derselben nicht in's Reine kommen. Allerdings kamen auch mir häufig Körperchen vor, welche an der bezüglichen Stelle den Schein einer in ihnen eingeschlossenen Ganglienkugel erweckten; aber diesen Schein entweder zur Wirklichkeit zu erheben, oder als Täuschung zurückzuweisen, wollte mir niemals gelingen. Nichtsdestoweniger bin ich bestimmt worden, den Gedanken an eine in das Pacini'sche Körperchen eingebettete Ganglienkugel festzuhalten, und zwar nach Erfahrungen, die an den Ganglien der Fische gemacht wurden. In den Spinalganglien der Quappe habe ich nämlich zuweilen um die der Ganglienkugel entsprechende Erweiterung der Nervenröhre so starke Schichten von Bindegewebe herumgelagert gefunden, dass dadurch eine schon auf den ersten Blick auffallende Aehnlichkeit mit einem Pacini'schen Körperchen entstand. Statt einer weitläufigen Beschreibung dieses Verhältnisses verweise ich auf Taf. I. fig. 5. Es wird nach manchen Seiten hin ohne Zweifel befremdlich erscheinen, dass ich die bindegewebigen Hüllen einer Ganglienkugel mit den Kapseln der Pacini'schen Körperchen zusammenstelle. Ich stehe aber nicht an, bei dieser Gelegenheit zu bekennen, dass ich allerdings die Kapseln der Pacini'schen Körperchen für nichts anderes als Bindesubstanz halte, und dass ich Reichert vollkommen beistimmen muss, wenn derselbe die Gegenwart wirklicher oder scheinbarer Fasern keinesweges für einen ursprünglichen und wesentlichen Character des Bindegewebes hält. Die so eben beginnende Controverse über das Bindegewebe wird sicherlich ein abermaliger Beweis dafür werden, wie ungern und schwer einmal geläufig gewordene Vorstellungen aufgegeben werden. Doch bin ich überzeugt, dass bei sorgfältiger Wiederholung und vorurtheilsloser Prüfung der hierher gehörenden Untersuchungen Niemand es wird vermeiden können, dem von Reichert ausgesprochenen Ergebniss derselben sich anzuschliessen. — Wenn es also bisher auch noch nicht gelungen ist, Ganglienkugeln in den Pacini'schen Körperchen selbst nachzuweisen, so möchte ich die Sache doch noch nicht für beendet ansehen, sie vielmehr der künftigen Beachtung dringend empfehlen.

3. Im Gehirn und Rückenmark.

§. 29. Wennschon über das Verhältniss der sympathischen Nervenfasern zu den Ganglienkugeln nicht alle Seiten mit voller Sicherheit ermittelt werden konnten und man sich zum Theil vielmehr mit Vermuthungen begnügen musste, die von jenen Stützpuncten aus versucht wurden, welche die neuesten Erfahrungen dargeboten hatten, so stellt sich die ganze Angelegenheit noch weit misslicher, sobald man auf die Frage nach dem Verhalten der Fasern des Gehirns und Rückenmarks zu den in diesen Centraltheilen enthaltenen Ganglienkörpern eine entscheidende Antwort sucht. Zwar ist das Haupthinderniss, das dieser Untersuchung in den Ganglien entgegensteht, nämlich die starken Bindegewebehüllen der Kugeln und deren Fortsetzungen auf die Fasern, hier nicht vorhanden, ja die geformte Bindesubstanz findet sich hier sogar in noch geringerem Maasse als zwischen den Faserelementen eines animalen Nervenstammes. Dagegen ist die unverhältnissmässig grössere Zartheit der Primitivscheide der Hirn- und Rückenmarksfasern ein Umstand, der ihre Präparation und Isolirung so sehr erschwert, dass bekanntlich die Fasern weit eher der Quere nach in kurze Fragmente zerreissen, als dass sie in grösseren Strecken ihres Längenverlaufs unversehrt dem Auge sich darbieten. Es ist hierbei noch besonders hervorzuheben, dass die Gegenwart einer Primitivscheide an den Fasern dieser Centraltheile keineswegs unmittelbar beobachtet werden kann; es bietet sich bei mikroskopischer Untersuchung dieser Theile nichts dar, was als optischer Ausdruck einer solchen Scheide gelten dürfte. Die Anwesenheit derselben wird vielmehr nur erschlossen daraus, dass es ein Mittel geben muss, durch welches das unzweifelhaft flüssige Nerven- oder Hirnmark zu solcher regelmässigen lineären Ordnung, wie die Fasern sie darbieten, genöthigt werde; sowie die einer Hirn- oder Rückenmarksfaser nicht selten seitlich aufsitzenden tropfenartigen oder warzenförmigen Massen, deren Volumen bei leiser Compression des Präparats augenscheinlich durch einen heraustretenden Inhalt der Faser vermehrt wird, nicht anders zu verstehen sind als mit der Annahme einer überaus zarten Hülle und einer an solcher Stelle stattgehabten Verletzung derselben*). Da also die Anwesenheit solcher Hülle durch kein unmittelbares optisches Merkmal sich zu erkennen giebt, so würde die etwa auch hier stattfindende Einlagerung der Kugeln in die Elementarröhren des Hirns und Rückenmarks keine Veränderung in den Conturen der Kugeln hervorbringen dürfen. Und in der That wird man im Hirn und Rückenmark vergebens nach Kugeln suchen, die in Bezug auf ihre Conturen jene

*) Man hat mir schon öfters, und diess ist noch neuerlich von Günther (allgem. Physiolog. pag. 403) geschehen, den Vorwurf gemacht, dass ich die Begrenzungshaut an den Hirn- und Rückenmarksfasern geleugnet hätte. An dem betreffenden Orte (Müll. Arch. pag. 252) handelte es sich um Feststellung optisch wahrnehmbarer Unterschiede im Bau verschiedener Nervenfasern, und in diesem Sinne muss ich auch heute noch die Möglichkeit bestreiten, die Gegenwart einer solchen Hülle an den Fasern der Centraltheile ad oculos zu demonstriren. Es ist doch sicherlich ein Unterschied zu machen zwischen einem Dinge, das sich fast mit Händen greifen lässt, und einem andern, dessen Existenz nur „angenommen“ werden muss, seien die Gründe dieser Annahme noch so triftig.

Unterschiede darbieten, welche für die in den Ganglien anzutreffenden Nervenkugeln im Obigen näher bezeichnet wurden. Aber eben damit fehlt auch ein wichtiger Anhaltpunct zu fruchtbaren Vergleichungen mit den an den peripherischen Nerven mit Sicherheit ermittelten Verhältnissen.

Bekanntlich giebt es übrigens im Gehirn und Rückenmark zwei durch ihre Grösse sehr auffallend unterschiedene Arten von Kugeln oder Zellen. Die kleinen haben gewöhnlich einen Durchmesser von 0,00035″, sind aber auch noch kleiner, so dass sie die Grösse eines Blutkörperchens von Säugethieren kaum überschreiten. Abbildungen von Fasern, welche von solchen Kugeln entspringen sollen, hat Hannover auf der ersten Tafel seines öfters citirten Werkes mehrere gegeben. Ich muss gestehen, dass es mir nie gelungen ist, etwas Aehnliches zu sehen, obgleich ich keinesweges in Abrede stellen will, es vielmehr für sehr wahrscheinlich halte, dass ein den oben dargelegten Gesetzen folgendes Verhältniss zwischen den kleinen Zellen der Centraltheile und den feinen Fasern derselben stattfinde, welche letztere nur 0,00012″ — 0,00015″ breit sind. Der geeignetste Ort zu solcher Untersuchung scheint mir übrigens das Filum terminale des Rückenmarks von Säugethieren zu sein. Der sehr beträchtliche Centralkanal desselben ist nämlich in seiner inneren Wandfläche von einer verhältnissmässig sehr dicken Schicht dicht gedrängter Nervenzellen bedeckt, zwischen welchen die erwähnten dünnen Nervenfasern in reichlicher Menge hindurchgehen. Zuweilen ist das Verhältniss dieser beiden Formelemente ein solches, dass die Vermuthung, die Fasern entspringen in irgend welcher Weise von den Zellen, mit unabweislicher Gewalt sich aufdrängt, aber den vollständigen und entschiedenen Beweis dafür habe ich nicht gefunden.

§. 30. Die grossen Nervenzellen im Gehirn und Rückenmark, die selbst eine Grösse von $^1/_{15}$‴ im längsten Durchmesser erreichen, so dass sie nach geeigneter Vorbereitung mitunter schon mit blossem Auge unterschieden werden können, bieten, eben wegen ihrer Grösse, der Untersuchung ganz besondere Schwierigkeiten dar. Sie können nämlich nicht anders in ihrem ganzen Umfange deutlich übersehen werden, als wenn durch starke Compression die umlagernden Fasermassen weggeschafft werden. Wenn nun auch diese grossen Nervenzellen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet gewesen sein sollten, so werden letztere durch solche Compression wahrscheinlich zum Bersten gebracht, und da die Nervenzelle hiermit frei wird, so geht auch alle Hinweisung auf die früher dagewesene Verbindung verloren. Unter solchen, die genannte Untersuchung behindernden Verhältnissen wird es denn auch nicht befremden, wenn ich bekenne, dass nach lange fortgesetzter und anhaltender Beschäftigung mit diesem Gegenstande, wobei Wirbelthiere aus allen Classen verwendet und verschiedene Untersuchungsmethoden befolgt wurden, ich mich ziemlich auf demselben Puncte befand, von dem ich ausgegangen war. Wahrscheinlich ist mir freilich geworden, dass auch hier ähnliche Verhältnisse stattfinden wie in den peripherischen Nerven, aber überzeugende Belege habe ich auch hierfür nicht finden können. Bemerken

muss ich jedoch, dass die Ausläufer oder Anhänge, welche diese grossen Nervenkörper häufig ja gewöhnlich darbieten, der grossen Mehrzahl nach allerdings auch hier darauf beruhen, dass die innere zähe glasartige Grundmasse durch Zerrung, Druck und dergleichen, ihre ursprüngliche regelmässig abgerundete Form aufzugeben genöthigt wurde und dann in dieser künstlich erzeugten Gestalt verblieb. Namentlich sind die in mehrfacher Zahl, zu drei, vier und mehr vorkommenden Ausläufer, von denen Purkinje und Hannover mehrere Abbildungen liefern, sicherlich auf diese Art entstanden. Dagegen haben in anderen Fällen diese Verlängerungen nicht eine gleichmässige glashelle oder feinpunctirte Beschaffenheit wie die obigen, sondern ein fein und unregelmässig gestricheltes oder gefaltetes Ansehn, und sind von der feingekörnten gelblichen Nervenzelle zuweilen nicht scharf abgegrenzt, so dass man wohl versucht werden kann, sie für ihres Inhaltes entleerte und zusammengefallene Hirn - oder Rückenmarks - Röhren zu halten. Anhänge von solcher Beschaffenheit habe ich nie mehr als zwei an einer grossen Nervenzelle wahrgenommen, was wohl zu der Vermuthung veranlassen könnte, dass auch sie nur die Reste eines Cylinders sind, der in seiner Erweiterung jene Nervenkörper aufnimmt.

Doch es ist gefährlich, länger bei einer Angelegenheit zu verweilen, über welche gegenwärtig leider nur Vermuthungen geäussert werden können. Auch zur Erledigung dieses Punctes wird darauf gehofft werden müssen, dass ein glücklicher Zufall einmal auf ein Thier leiten werde, in welchem die erwähnten Schwierigkeiten entweder gar nicht sich darbieten oder doch leichter überwunden werden können. Ein solches Thier scheint auch in der That schon gefunden zu sein; denn was Harless an den elektrischen Hirnlappen von Torpedo Galvanii zu sehen Gelegenheit gehabt hat, möchte darauf hinweisen, dass an diesem Thier und an diesem Orte das Verhältniss der Hirnkugeln zu den Hirnfasern der genauern Untersuchung zugänglicher sei als anderswo, Ich kann nämlich die Ueberzeugung nicht verhehlen, dass durch Harless' Arbeit vorläufig nicht mehr geleistet ist, als dass auch in der hier fraglichen Beziehung die Aufmerksamkeit auf jenes Thier gelenkt wird. Denn das Entspringen der Hirnfasern — deren Inhalt doch flüssig ist — von der inneren Ganglienkugel und deren Kern, d. h. von Kern und Kernkörperchen der ganzen Hirnkugel, bleibt mir in diesem Fall ebenso unwahrscheinlich, ja räthselhaft, als die bisherige vage Fassung der Lehre vom Ursprunge der Nervenröhren von den Ganglienkugeln mir stets grosse Bedenken erregt hatte. Möchten diejenigen Fachgenossen, denen zur Untersuchung von Zitterrochen im frischen Zustande Gelegenheit gegeben ist, auch der Textur der Lobi electrici ihre Aufmerksamkeit schenken und durch die Rücksicht auf die im Obigen erörterten Verhältnisse zwischen den beiden Formelementen des Nervensystems vielleicht in den Stand gesetzt werden, diesen für die Beurtheilung der Centraltheile so höchst wichtigen Punct der Nervenlehre in befriedigender Weise aufzuklären. Ich selbst verdanke der freundlichen Unterstützung des Herrn Akademikers Brandt in St. Petersburg die Gelegenheit, einen freilich sehr gut erhaltenen, aber doch schon Jahre lang in Weingeist aufbewahrten Zitterrochen zu untersuchen. Jedes kleine, aus dem Lobus electri-

cus herausgeschnittenen Substanzstückchen lässt bei Benetzung mit Wasser sogleich eine Menge freier und schon mit blossem Auge sichtbarer Körner heraustreten, die unter dem Mikroskop sich als platte gelbgefärbte Körper mit einem deutlichen runden Kern und Kernkörperchen zu erkennen geben und meistens in mehrere Ecken oder Spitzen auslaufen, welche als Anfänge abgehender Fasern betrachtet worden sind. Ob sie diess aber wirklich sind, ist zweifelhaft und wahrscheinlicher, dass auch sie meistentheils künstlich erzeugte Ausläufer der zähen Grundmasse der Kugeln sind, obgleich allerdings ihr Entstehen in diesem Falle, wo gar kein Druck eingewirkt hatte, schwer zu erklären sein würde. Soviel ist jedoch gewiss, dass auch in den elektrischen Hirnlappen diese Körper in ein überaus reiches und dichtes Gefässnetz eingebettet sind, und wahrscheinlich werden eben dadurch die Fasern, in welche die Kugeln vielleicht eingeschlossen, oder mit denen sie in irgend welcher andern Weise verbunden sind, immer nur in sehr kurzer Strecke sich übersehen lassen. Doch kann diess bei Untersuchung an frischen Thieren allerdings günstiger sich gestalten.

Dagegen liess sich auch an diesem Spirituspräparate ganz befriedigender Aufschluss darüber erlangen, was Harless von denjenigen Ganglienkörpern aussagt, die in der Nähe der Austrittstelle der elektrischen und respiratorischen Nerven aus dem Gehirn und bis zur Austrittstelle aus dem Kranium sich finden sollen. Wenn nämlich von den noch innerhalb der Schädelhöhle gelegenen starken Wurzeln des Trigeminus und Vagus, an welchen beiden Nerven ein äusserlich sichtbares Ganglion nicht zu unterscheiden war, kleine Stücke herausgeschnitten und nach erforderlicher Vorbereitung unter das Mikroskop gebracht wurden, so erschienen zahlreiche, deutlich gekernte Ganglienkugeln, die in breite Nervenfasern eingebettet waren, ganz in der oben schon ausführlich geschilderten Weise (Taf. I. fig. 4). Die von Harless gelieferten Abbildungen in fig. 6 und 7 sind mit einigen Modificationen ohne Zweifel hierauf zu beziehen. Ich muss jedoch bemerken, dass diese gangliöse Beschaffenheit der genannten Nerven in sehr beschränkter Ausdehnung stattfindet: denn nur die äusserste und oberflächlichste, nach der Rückfläche des Thieres hingerichtete Partie dieser Wurzeln zeigte diese Natur. War diese oberflächliche Schicht entfernt, so wurde der ganze übrige Rest der Wurzeln vergebens nach Nervenkörpern durchsucht. Man könnte hiernach fast versucht werden zu glauben, dass der elektrische Hirnlappen des Zitterrochen den grössten Theil der Ganglienmasse der beiden, zum elektrischen Organ sich begebenden Nervenpaare darstelle, dass diejenigen Fasern der letzteren nebst zugehörigen Kugeln, die, als dem Sympathicus angehörig, sonst in diesen Ganglien selbst ihren Anfang nehmen, in diesem Thiere zum Gehirn hinaufrücken und dass nur derjenige Theil des Ganglions an seiner gewöhnlichen Stelle verbleibe, der zu einem Theile der breiten Fasern jener beiden Nerven gehört. Doch nur durch erneuerte und ausgedehntere Untersuchungen wird hierüber vollständiger Aufschluss gewonnen werden können. — Eigentlich gehören die letztgenannten Ganglienkugeln des Zitterrochen zum peripherischen und zwar zum animalen Ner-

vensystem und sind deshalb auch schon oben, als von diesem die Rede war, erwähnt worden. Indessen mochte ich sie hier nicht übergehen, da Harless' Mittheilungen verzugsweise auf die Hirnkugeln gerichtet sind, er auch die Nervenkörper zu diesen rechnet und nicht etwa als zum peripherischen Nervensystem gehörend betrachtet.

III. Untersuchungen über die Entwickelung der Formelemente des Nervensystems.

§. 31. Im Bisherigen ist der Beweis geliefert worden, dass die beiden Formelemente des Nervensystems in dem Verhältnisse zu einander stehen, dass die Kugeln oder Zellen in die Fasern oder Röhren eingebettet sind und von dem flüssigen Inhalte der letzteren mehr oder weniger vollständig umspült werden. Zwar ist es noch nicht gelungen, überall, wo Nervenzellen sich finden, jene Beziehung zu den Röhren vollständig darzulegen; wenn aber auch nur an einigen Stellen diess mit aller erforderlichen Strenge und Sicherheit möglich wurde, so ist man gewiss berechtigt zu der Annahme, dass hier ein durchgreifendes gesetzliches Verhältniss obwalte. Ist dem aber so, so drängt sich eine Vergleichung der Nervenelemente mit den Gefässen und namentlich mit den feinsten Capillargefässen ganz unabweislich auf. Hier wie dort haben wir es alsdann mit Röhren zu thun, die von einer einfachen structurlosen Membran gebildet werden; hier wie dort sind die Röhren erfüllt von einer im frischen Zustande klaren durchsichtigen Flüssigkeit, in welcher Zellen enthalten sind; und dass an dem einen Orte die Röhren vielfach anastomosiren, während sie am andern durchaus isolirt neben einander hinzugehen scheinen, dass dort die in dem Inhalte befindlichen Zellen dicht gedrängt liegen, hier dagegen so sparsam sind, dass in der ganzen Länge einer Röhre höchstens ein Paar Zellen sich finden, das kann der zwischen ihnen zu ziehenden Parallele keinen Eintrag thun. Es ist also auch nur ein schon öfters versuchter und durchgeführter Vergleich, den wir von den neugewonnenen Gesichtspuncten aus hier abermals unternehmen.

Mit Hinweisung auf das im Anfange von §. 21 Bemerkte muss rücksichtlich der Zahl der in eine Nervenröhre eingebetteten Nervenkugeln hier noch Folgendes erwähnt werden. Wenn auch der Ursprung aller in den Nerven enthaltenen breiten Cerebrospinalfasern von den grossen Kugeln des Centrum cerebrospinale als ausgemacht angenommen wird, so nimmt doch nur ein Theil der letzteren, nämlich einige der centripetalen Röhren, im ferneren Verlaufe abermals eine Nervenzelle auf. Wenn ferner diejenigen schmalen sympathischen Nervenfasern, die mit den animalen Centren verbunden sind, hier etwa auch von den kleinen Kugeln entspringen und überdiess in einem Ganglion eine Nervenzelle in sich aufnehmen, — worauf der Zusammenhang der cylindrischen schmalen Fasern mit den Polen der erweiterten Röhre hinweist — so würde also auch hier eine Faser nur zwei Kugeln

beherbergen. Aber die grosse Mehrzahl cerebrospinaler Fasern nimmt auf ihrem Gange vom Centrum zur Peripherie dergleichen Zellen nicht mehr auf, sie stehen also nur im Centrum mit einer Kugel in Verbindung. Und das Gleiche gilt von allen denjenigen sympathischen Fasern, die in den Ganglien ihren Anfang oder ihr Ende haben, wenn nicht etwa — was jedoch auch nur von wenigen derselben behauptet werden könnte — die Pacini'schen Körperchen solche Stellen der sympathischen Faser bezeichnen, die zur Aufnahme einer zweiten Kugel dienen.

Nervenröhren also ebensowohl als Capillargefässe beherbergen Zellen und hierdurch wird sogleich die Frage angeregt nach dem Verhältniss der eingeschlossenen Zellen zu den einschliessenden Wandungen. Die Antwort hierauf führt unvermeidlich auf das schwierige Gebiet der Histogenese, schwierig sowohl in Betreff der Hindernisse, welche der empirischen Forschung hier entgegenstehen, als auch durch die Widersprüche, zu welchen die bisherigen Untersuchungen geführt haben. Wenn es eben deshalb unvermeidlich ist, der einen oder andern der bisher geäusserten Ansichten entschieden entgegenzutreten, so muss ich den geneigten Leser ausdrücklich bitten, die Sache, um die es sich handelt, von den Personen, die dabei genannt werden müssen, wohl zu trennen; eine Unterscheidung, die auch bei der Polemik, welche von der Fortbildung der Wissenschaft unzertrennlich ist, leider nur zu oft vernachlässigt wird.

§. 32. Bekanntlich hatte Schwann bei dem Versuche, die verschiedenen Gewebe hinsichtlich ihrer Entstehung nach seiner fruchtbaren Zellentheorie zu ordnen, Muskeln, Nerven und Capillargefässe zu einer Gruppe vereinigt, deren Charakter darin liegen sollte, dass die ursprünglichen Zellen nicht blos mittels ihrer Wandungen, sondern auch mit ihren Höhlen verschmelzen, und dass eben dadurch die primären Zellen in sogenannte secundäre Zellen umgebildet werden*). Hierbei sollte bei den Muskeln und Nerven jede einzelne secundäre Zelle ein geschlossenes Ganzes bleiben, dagegen das ganze, aus zahllosen primären Zellen entstandene Capillargefässsystem eine einzige secundäre Zelle bilden. Die Scheide der primitiven Nervenfasern, der primitiven Muskelbündel, sowie die einfache structurlose Wand der Capillargefässe sollten hiernach auf gleicher Stufe stehen, von gleichem histologischen Werthe sein, nämlich unmittelbar von den Membranen primärer Zellen herstammen. Der von diesen Röhren umschlossene Inhalt sollte dagegen ein späteres Product dieser Zellenmembranen, also dem Inhalte primärer Zellen analog, entstanden sein, wobei denn namentlich die Blutkörperchen entweder als Kerne der mittels ihrer Höhlen verschmolzenen primären Zellen, oder als vollständige, in jenen Mutterzellen entstandene Tochterzellen betrachtet wurden. Wie indessen mehrere Seiten der Zellentheorie schon manche Modificationen ihrer ersten Gestalt sich haben gefallen lassen müssen, so hat denn auch die Lehre von der Bildung secundärer Zellen manchen Widerspruch erfahren. Die

*) S. Schwann's bekanntes Werk, pag. 155 u. folgg.

folgenden Seiten werden zu zeigen versuchen, dass diese Lehre in dem ursprünglichen Schwann'schen Sinne schwerlich mehr haltbar ist, und dass Nervenfasern, Muskelbündel und Capillargefässe sich nicht als Bildungen von gleicher histologischer Dignität betrachten lassen.

Was zunächst die Muskelfasern betrifft, so konnte bekanntlich schon Valentin[1]) die primitive Muskelscheide nicht von der Membran derjenigen primären Zellen herleiten, aus welchen durch die von ihm sogenannte äussere Circumpositionsbildung die Muskelsubstanz selbst hervorgegangen sein sollte. Es war vielmehr eine nothwendige Folge der von ihm vorgetragenen Ansicht über die Genesis des Muskelgewebes, dass das Erscheinen dieser Scheide einer späteren, um die Muskelsubstanz erfolgenden Bildung zugeschrieben wurde. Hierbei wird von Valentin die Primitivscheide der Muskeln von dem sonstigen Perimysium oder umgebenden Zellgewebe nicht unterschieden. Dass er die grosse Verschiedenheit, welche nach der Schwann'schen Theorie zwischen diesen Gewebtheilen stattfindet, unberücksichtigt gelassen haben sollte, ist nicht wohl vorauszusetzen, und so dürfte denn schon aus der von diesem Autor gelieferten Darstellung der Entstehung derjenigen Gebilde, die um die eigentliche Muskelsubstanz gelagert sind, entnommen werden, dass eine wesentliche Differenz in jenen Gewebtheilen, die unter dem Begriff Muskelscheide im weitesten Sinne des Worts zusammengefasst werden, nicht bestehe. Indessen haben sich noch andere und directe Beweise hierfür herbei schaffen lassen. Nachdem nämlich Reichert[2]) dargethan hatte, dass die primitive Muskelscheide mit unzweifelhaft bindegewebigen Theilen in ununterbrochenem Zusammenhange stehe, konnte die Ueberzeugung nicht mehr abgelehnt werden, dass auch jene nur Bindegewebe sei, und hieraus folgte mit Nothwendigkeit, dass sie und das in ihr eingeschlossene Bündel primitiver Muskelfibrillen nicht denselben primären Zellen ihren Ursprung verdanken können, sondern dass beide von verschiedenen Grundlagen hergeleitet werden müssen. Diese Betrachtungen haben endlich auch ihre vollständige empirische Bestätigung gefunden durch die Beobachtungen von Reichert und Holst[3]), denen zufolge nicht ein primitives Muskelbündel, sondern vielmehr jede primitive Muskelfibrille aus einer Reihe primärer Zellen, oder gar nur aus einer einzigen Zelle hervorzugehen scheint, während die primitive Muskelscheide erst später und gleichzeitig mit dem übrigen Bindegewebe um die Bündel der Muskelfibrillen sich bildet. Hiernach kann bei der Entstehung des Muskelgewebes den secundären Zellen im Sinne Schwann's nicht weiter eine Rolle zugetheilt werden, und den erwähnten Erfahrungen gegenüber wird der im früheren Sinne erfolgten neuerlichen Mittheilung Kölliker's[4]) ein erhebliches Gewicht um so weniger beigemessen

1) Müller's Archiv 1840. pag. 210 u. folgg.

2) Ueber das Bindegewebe und die verwandten Gebilde, Dorpat 1845 pag. 78.

3) De structura musculorum, diss. inaugur. Dorpati 1846.

4) Annales des sciences naturelles, Août 1846, sect. Zoologie, pag. 93.

werden können, da dieselbe die über den behandelten Gegenstand entstandene Controverse unberücksichtigt lässt und ohne neue Motivirung die alten Ansichten wiederholt.

§. 33. In Betreff der Cappillargefässe schloss sich Valentin[1]) im Wesentlichen der Schwann'schen Ansicht an, indem auch er die Tunica intima dieser Gefässe als Zellenwandung auffasste, während zu derselben Zeit Reichert bemerkte, dass er sich von der Richtigkeit jener Vorstellung noch nicht habe überzeugen können und überdiess deshalb an derselben zweifeln müsse, weil mit ihr, worauf schon Schwann hingewiesen hatte, die Annahme unvermeidlich sei, dass die Capillargefässzellen sich an einer Stelle öffnen müssen, um mit der Höhlung der grösseren Gefässe in Zusammenhang zu treten, und weil endlich eine Entstehungsweise der feinsten Haargefässe, die von der Bildungsweise der folgenden grösseren, aber nur allmälig sich erweiternden Gefässverästelung verschieden sein sollte, schwerlich zu rechtfertigen sei[2]). Auch Henle[3]) äusserte Zweifel in Betreff der Schwann'schen Theorie, und auch er hebt in dieser Beziehung die Verbindung und Höhlengemeinschaft der Capillargefässe mit den grösseren Gefässen hervor, da man doch nicht wohl annehmen könne, dass die grossen Gefässstämme und das Herz nur erweiterte und mit den Capillargefässen communicirende Zellen seien. — Und noch heutigen Tages ist diese Angelegenheit nicht zum Abschluss gebracht, denn auch unter den nachfolgenden, hierauf bezüglichen Arbeiten haben sich sowohl Gegner als Vertheidiger der Schwann'schen Ansicht gefunden.

Bischoff hat den vorliegenden Gegenstand öfters zur Sprache gebracht. In seinem Handbuche der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Säugethiere, Leipzig 1842 pag. 274 u. folgg., bemerkt derselbe, dass Schwann's Angaben von keinem späteren Beobachter bestätigt worden seien, dass er jedoch zuweilen Formen der Zellenbildung gesehen habe, die es ihm wahrscheinlich machen, dass Schwann's Lehre, wenn auch nicht immer, doch in manchen Fällen richtig sei. Bestimmte Aufschlüsse über diese Gefässbildung könne übrigens auch er nicht geben, doch müsse er auf die Gelatina intermedia zwischen Chorion und Allantois der Wiederkäuer hinweisen als auf einen Ort, der wenigstens so viel zeige, dass Schwann's Theorie nicht die einzige und überall giltige sei. In andern Schriften (Entwickelungsgeschichte des Kaninchens pag. 120 und Beschreibung von Tab. IX. fig. G, wo es — beiläufig bemerkt — H heissen müsste) spricht Bischoff dagegen schon allein von der Möglichkeit, dass die von ihm erwähnten sternförmigen Zellen — deren Annahme übrigens höchstwahrscheinlich auf einer Täuschung beruht — sich zu Gefässen umbilden, und endlich ist ihm diess an einem andern Orte (Entwickelungsgeschichte des Hundeeies pag. 61 u. 94, sowie Beschreibung von Tab. IX. fig. 30, E) zur Wahrscheinlichkeit geworden. Obgleich der Verf. auch hier bemerkt, dass es ihm bis dahin nicht möglich ge-

1) Müllers Archiv 1840. pag. 218 u. 234.

2) Entwickelungsleben im Wirbelthierreich, Berlin 1840, pag. 73.

3) Allg. Anatomie, Leipzig 1842, pag. 528.

worden, die Bildung der Gefässe genauer zu verfolgen, darf das Angeführte doch wohl als ein Beweis angesehen werden, dass Bischoff mehr und mehr der Schwann'schen Ansicht zugethan geworden ist. — Andern, und so auch mir, ist es gerade umgekehrt ergangen.

Prevost und Lebert haben in mehreren Artikeln ihre Untersuchungen über die Bildung der Gefässe mitgetheilt. In Betreff der Batrachierlarven vermuthen sie[1]), dass die Gefässe sich in der ,,membrane hémoplastique'' bilden, welche eine unter der Umhüllungshaut um den Dotter herumgehende rudimentäre membranöse Ausbreitung darstelle, dass neue Capillaren sich nicht anders als unter dem Einfluss der allgemeinen Circulation in centrifugaler Weise bilden; — aber über das Verhältniss der Capillargefässe zu den primären Embryonalzellen werden nähere Angaben vermisst. Dagegen behandeln dieselben Verff. die Entstehung der Blutgefässe beim Hühnchen[2]) und nennen hierbei (pag. 282) die Hypothese, nach welcher Blutgefässe sich aus eigens hierzu bestimmten Zellen entwickeln sollen, eine irrige (hypothèse erronée, que les vaisseaux se formaient de cellules proprement destinées à cet usage); sie bekämpfen die Schwann'sche Ansicht ferner auf p. 286, und suchen die erste Bildung der Gefässe herzuleiten von einem ,,decollement de la membrane du feuillet angioplastique causè par le liquide qui s'y introduit par endosmose''. Aehnlich äussern sich die Verff. endlich auch in einem dritten Artikel (a. a. O. tom. II., pag. 238), wo sie die ersten Gefässe dadurch entstehen lassen, dass von der membrane angioplastique eine theilweise Ablösung durch eindringende Flüssigkeit erfolge, während die zwischen den Gefässen liegenden Intervalles nicht abgelöste Partieen dieses Blattes sein sollen.

Auch Platner[3]) bestreitet nach seinen Erfahrungen auf das Bestimmteste, dass aus sternförmigen Zellen jemals Capillargefässe sich bilden, und betrachtet die letzteren vielmehr als Fortsetzung von bereits vorhandenen Gefässen, als Erweiterung bestehender Gefässwandungen. Die an den völlig entwickelten Capillaren so deutlich sichtbaren Kerne hält er für eine spätere Bildung und nicht für Reste von Zellen, aus deren Verschmelzung sich etwa die Gefässe gebildet hätten; er dehnt seine Zweifel endlich auch auf die Bedeutung aus, welche der Schwann'schen Ansicht gemäss den auf den Muskelfasern vorkommenden Kernen zugetheilt wird.

Dagegen hat Kölliker[4]) nach Untersuchung der Gefässe am Schwanze von Froschlarven der Schwann'schen Lehre entsprechende Resultate bekannt gemacht. Die Haut der Capillargefässe lässt auch er aus einer Vereinigung der Membranen sternförmiger Zellen hervor-

---

1) Annales des sciences natur. 1844, sect. de Zoologie, tom. I. pag. 219.

2) Ebendaselbst pag. 265 u. folgg.

3) Müller's Archiv 1844, pag. 525.

4) Annal. des sciences natur. 1846, Zoolog. troisième serie, tome IV. pag. 94. — Gegen Kölliker hat sich schon Courty erklärt (Institut. No. 675, 1846); die Gefässe sollen sich nicht durch Anastomose sternförmiger Zellen bilden (comme l'avoit pensé M. Kölliker) sondern entstehen aux depens de lames creusées au milieu de la substance granuleuse du tissu vitellin ou des méats intercellulaires.

gehen, ja er meint, selbst den Beweis liefern zu können, dass diese Zellen, sogar nach ihrer Umbildung zu Gefässen, das Vermögen zu wachsen und sich zu verlängern nicht einbüssen, indem schon völlig entwickelte Capillargefässe Verlängerungen aussenden, die sich mit sternförmigen Zellen zu neuen Capillargefässen vereinigen.

§. 34. Bei diesem Stande der Dinge, wo es sich nicht blos um verschiedene Deutung übereinstimmender Erfahrungen handelt, sondern wo eine Seite dieser Erfahrungen selbst schon mehrfach in Frage gestellt und als irrthümlich bezeichnet wurde, wird es um so weniger befremden, wenn auch hier dasselbe Urtheil über dieselbe nicht zurückgehalten wird. — Zuerst muss bemerkt werden, dass die Schwierigkeiten dieser Untersuchung so gross sind, dass von einer unmittelbaren Beobachtung jener Umwandlung primärer sternförmiger Zellen in secundäre anastomosirende Zellenräume und Capillargefässe nicht die Rede sein kann, sondern nur von Vermuthungen und Combinationen mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit. Es ist hierbei nicht zu vergessen, dass schon Schwann sich über diesen Entwickelungsgang nur zweifelnd und zögernd ausgesprochen, dass auch er — obgleich er ein besonderes Interesse dabei hatte — sich doch nicht getraute das, was er zur Stütze seiner Ansicht vorbrachte, für unzweifelhafte Thatsache auszugeben. Und diese Schwierigkeiten zu besiegen möchte auch gegenwärtig noch kein Mitttel gefunden sein; auch ich kann daher, nicht allein in Folge dieser Betrachtung, sondern auch nach eignen Erfahrungen nicht umhin, allen Angaben über Verschmelzung sternförmiger Zellen zu Capillargefässen nur den Werth von Conjecturen beizulegen. Aber dieser Conjectur stehen die alten, schon längst geäusserten Bedenken auch heute noch in ungeschwächter Bedeutung gegenüber. Wenn man sicherlich in keinem Fall geneigt sein wird, die grossen Gefässe ebenfalls aus erweiterten primären Zellenhöhlen hervorgehen zu lassen, so bleibt die Verbindung zwischen ihnen und den capillären Gefässräumen unverständlich. Denn die Berufung auf derartige Vorgänge im Pflanzenreiche, auf ein Oeffnen von Zellen in Intercellulargänge hinein, halte ich für sehr bedenklich, nachdem die Geschichte der letzten Jahre wohl mehrfach gezeigt hat, dass die schwachen Seiten der bisherigen Zellentheorie grossentheils daher rührten, dass das bei Pflanzen Beobachtete oder Erschlossene allzu bereitwillig auf die thierische Organisation übergetragen wurde. Mir scheint bei Beurtheilung dieser Angelegenheit besonders das im Auge behalten werden zu müssen, dass, nach allen bis jetzt festgestellten Thatsachen, Formelemente von verschiedenem histologischen Werthe nicht in continuirliche Verbindung mit einander treten. Und wenn man nun überzeugend beweisen kann, dass die einfache structurlose Haut der Capillargefässe mit der innersten Schicht stärkerer Gefässe in continuirlichem Zusammenhange steht — gleichviel ob diese innerste Schicht aus ganz getrennten Zellen, oder aus eben verwachsenden, aber in ihren Conturen noch kenntlichen Zellen, oder endlich gar aus Zellen besteht, die vollkommen zu einer gleichmässigen glashellen Membran verschmolzen sind—; so knüpft sich hieran unabweislich die Ueberzeugung, dass die innerste Haut grösserer Gefässe und die Capillargefässwandungen

in ihrer Entwickelung denselben Gesetzen folgen müssen. Wenn aber ferner von der inneren Haut der Gefässe jenes Bildungsgesetz gilt, welches Reichert in wenigen Zügen zu entwerfen gesucht hat[1]), Züge, deren Richtigkeit anzuerkennen ich meinestheils, sowohl nach den von Reichert mir mitgetheilten Präparaten als auch nach eigenen Erfahrungen, keinen Anstand nehmen kann; so muss auch ausgesprochen werden, dass die structurlose Haut der feinsten Capillargefässe in der Weise aus Zellen hervorgegangen ist, das letztere, wie in manchen Epithelialgebilden, zu röhrenförmigen glashellen Membranen verschmolzen sind. Die Entstehung der Capillargefässe ist auf diese Weise nicht minder gut verständlich als nach der Schwann'schen Theorie, und zwar ohne auf die bedenklichen Missstände zu führen, die von der letzteren unzertrennlich sind. Vielleicht wird diese Ansicht von der Bildung der Capillargefässe noch annehmbarer erscheinen, wenn man sich daran erinnern will, dass in früheren Bildungsperioden sowohl in der Area vasculosa als im Embryonalkörper es keine anderen Capillargefässe giebt als die grossen, schon mit blossem Auge sichtbaren Gefässe, die man schwerlich für secundäre Zellen erklären wird, und dass also auch ein erheblicher functioneller Unterschied zwischen den grösseren und den capillären Gefässräumen zu dieser Zeit noch gar nicht besteht. Ich muss freilich bekennen, dass ich meinerseits directe Erfahrungen über die erwähnte Bildungsweise der Capillargefässe nicht mittheilen kann. Doch kann ich nicht umhin, eine Beobachtung Bischoff's[2]) anzuführen, die für dieselbe geltend gemacht werden könnte, die Beobachtung nämlich über die Bildung von Gefässen zwischen Chorion und Allantois, indem deren Wände aus wirklich in Fasern verwandelten Zellen hervorgehen und ausser dieser Faserzellenscheide nichts darbieten sollen, was auf eine anders entstandene Haut hinwiese. — Es braucht schlüsslich kaum mehr hervorgehoben zu werden, dass demnach auch die Blutkörperchen nicht mehr als Producte endogener Zellenbildung, nicht als die Brut vorangegangener und anastomosirender Mutterzellen anzusehen sind, sondern dass sie neben andern weiter sich fortbildenden Zellen aus der Zellengrundlage des werdenden Organismus hervorgehen.

§. 35. Was endlich die letzte Classe der secundären Zellen betrifft, die primitiven Nervenfasern, so trat auch in dieser Beziehung nach Veröffentlichung der Schwann'schen Lehre zuerst Valentin auf, und zwar im Wesentlichen sich für Schwann erklärend. Er lässt nämlich[3]) die Primitivfasern des centralen und peripherischen Nervensystems aus primären, confervenartig über einander gestellten Zellen hervorgehen, die ihre Zwischenwände und Kerne verlieren und ihren eigenthümlichen Inhalt erhalten. Dagegen äusserte er gleich darauf, dass die den Nerveninhalt unmittelbar einschliesende Membran, die von ihm sogenannte Begrenzungshaut der Nervenprimitivfasern, in keinem Fall einfach, und auch ihrer

1) Müll. Arch. 1845, Jahresbericht, pag. 136, Anmerk.

2) Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen, Leipzig 1842, pag. 277. — Denselben Gegenstand behandelte auch die Inauguralabhandlung von Jäscher de telis epithelialibus, Dorpati 1847.

3) Müll. Arch. 1840, pag. 231 u. 232.

Entstehung nach sicherlich keine einfache structurlose Membran sei. Wie diese beiden Aussprüche zu vereinigen seien, ist mir freilich nicht klar geworden.

Eine andere Ansicht stellte Henle[1]) auf, nicht sowohl auf eigne Beobachtungen als vielmehr auf die Erfahrungen und Ansichten Schwann's, Purkinje's und Valentin's sich stützend. Die aus verschmolzenen Zellen entstandene Faser soll nämlich nur zum sogenannten cylinder axis der primitiven Nervenfaser werden, um diesen soll sich dann eine Rinde von Nervenmark, der Markcylinder, und um letzteren endlich die Hülle bilden. Diese Ansicht scheint mir schon nach dem, was oben gegen die Existenz des Achsencylinders angeführt wurde, zurückgewiesen werden zu müssen, und es ist fast befremdlich, dass Henle, der, nach Erwägung des Für und Wider, doch schlüsslich — so weit ich ihn verstehe — dem Achsencylinder jede rechtliche Existenz genommen hat, ihn nichtsdestoweniger dem Processe der Nervenröhrenbildung zu Grunde legt.

In den Bemerkungen, welche neuerlichst Kölliker[2]) über die Entwickelung der Nerven bei den Batrachiern bekannt gemacht hat, ist es wohl nur eine Ungenauigkeit im Ausdrucke, wenn von Ramificationen der „Nerven" als Eigenthümlichkeit „parfaitement unique" der Batrachierlarven gesprochen wird. Vielleicht hat der Verf. Nervenprimitivfasern im Sinne gehabt, wie auch Schwann, auf den sich derselbe hierbei beruft, die „scheinbare" Theilung auf diese feinsten Elemente zu beziehen und eben dadurch als „wahre" Theilung darzuthun sich bemüht. — Dann hebt Kölliker mit besonderem Nachdruck hervor, dass die Primitivnerven der Larven durchaus einfach und vollkommen homogen in allen ihren Theilen seien, keine Spur von Fasern oder feinen Röhren zeigen und nur zuweilen an den Theilungsstellen Anschwellungen darbieten, welche Kerne oder Anhäufungen kleiner Kernchen seien. Diese homogenen und verästelten Nerven sollen sich aber, sowie die Gefässe, durch die Vereinigung spindelförmiger oder sternförmiger Zellen bilden, was Kölliker durch mehrere directe Beobachtungen beweisen zu können behauptet. — In jenen primitiven Nerven sollen sich darauf feine, allmälig breiter werdende Röhren entwickeln, die ganz den Anblick von Nervenfasern darbieten, so zwar, dass ein embryonaler Nerv in sich mehrere primitive Nervenfasern auftreten lässt, welche während ihrer ferneren Ausbildung sich nicht weiter zu theilen scheinen. Vorzüglich an den Nerven des Schwanzes, doch auch an Nervenstämmen (?) will Kölliker gesehen haben, dass die Nerven sich aus verlängerten Zellen entwickeln, die sich unter einander verbinden und feine blasse „filets nerveux" mit Kernen bilden, welche anwachsen, in ihrem Innern eine dunkle Masse entwickeln und sich in wahre „fibres nerveuses" umwandeln (p. 105). Mehrere der Abhandlung beigegebene Tafeln sollen diesen Entwickeluugsgang erläutern. — Im Folgenden wird es sich zeigen, dass ich diesen Angaben in mehrern Puncten beistimmen muss, obgleich der aus meinen Erfahrungen construirte

1) Allg. Anat. pag. 767.

2) Annales des sciences natur. 1846, Août, Zoologie pag. 102.

Entwickelungsgang der Nervenelemente ein anderer ist als derjenige, den Kölliker zu vertheidigen scheint.

§. 36. Indem ich also nach diesen geschichtlichen Bemerkungen zu meinen eigenen Untersuchungen über die Entwickelung des Nervengewebes übergehe, muss ich zuvor bemerken, dass zu solchen Untersuchungen die bisher vielfach dazu gebrauchten Batrachierlarven mir wenig geeignet erscheinen, um so weniger, wenn, wie Kölliker diess gethan hat, die zur äusseren Haut sich begebenden Spinalnerven vorzugsweise dazu benutzt werden. Denn die hier in reichlicher Menge vorhandenen Pigmentzellen werden sich von anderen sternförmigen Zellen schwerlich mit Sicherheit unterscheiden lassen und eben dadurch nur allzu leicht Täuschungen veranlassen. — Dieser Uebelstand kommt bei Embryonen von Säugethieren zwar nicht vor; aber soweit man bisher diese Objecte zur Beantwortung der vorliegenden Frage gebrauchte, ist man nicht weit genug auf die früheren Perioden dieser Bildung zurückgegangen. Denn wenn Schweine- oder Rinder-Fötus von mehreren Zollen Länge — wie diess gewöhnlich geschehen ist — in Anwendung gezogen wurden, so hatte man damit nicht die frühesten Zustände der Nerven gewonnen. Und doch sind noch jüngere Säugethierembryonen auf bestimmten Entwickelungstufen nicht leicht in derjenigen Menge zu bekommen, die erforderlich ist, um bei dieser schwierigen Untersuchung durch häufige Wiederholung derselben zu einigermassen gesicherten Resultaten zu gelangen. Weil die künstliche Bebrütung von Hühnereiern dieses Desiderat leichter erfüllt, so sind nur auf solche Weise gewonnene Embryonen den folgenden Bemerkungen zu Grunde gelegt worden. Auch an dieser Untersuchung hat mein werther Freund und College Reichert so thätigen Antheil genommen, dass die aus derselben gewonnenen Resultate als der Ausdruck unserer beiderseitigen übereinstimmenden Ueberzeugung bezeichnet werden können.

§. 37. Bei Hühnerembryonen tritt unter allen Theilen des peripherischen Nervensystems zuerst das Ganglion Gasseri so deutlich hervor, dass man es mit Sicherheit erkennen und von seiner Umgebung trennen kann zu einer Zeit, wo andere Nerven sich noch nicht aus der embryonalen Bildungsmasse herausgehoben haben. Denn schon am 4. Tage der Bebrütung auf einer Entwickelungstufe, wo die Allantois etwa $^3/_4$‴ bis höchstens 1‴ im grössten Durchmesser hat, zeigt sich unmittelbar hinter dem Auge in der durchscheinenden und gallertartigen Masse des Embryonalkörpers eine etwas in die Länge gezogene, halbmondförmige weissliche Stelle, die nach vorn und unten in zwei Schenkel sich zu trennen beginnt, von denen der eine obere gegen den obern Rand des Auges, der andere untere nach der Gegend hinläuft, in welcher in der Folge die Kiefern sich bilden. Der erstere Schenkel entspricht dem künftigen ramus ophthalmicus des Trigeminus, der andere dem ramus maxillaris superior u. inferior zusammen, die noch nicht getrennt sind, weil auch die Kiefern sich noch nicht herausgebildet haben. Man hat hier also Gelegenheit, die Entwickelung eines Ganglion und der mit demselben zusammenhängenden Nerven von einer möglichst frühen Zeit an gleichmässig neben einander zu verfolgen.

Wenn man die erwähnte Nervenanlage in dieser frühen Entwickelungsperiode möglichst sorgfältig und rein von anhängenden fremdartigen Gewebtheilen herauspräparirt und unter das Mikroskop bringt, so erkennt man in ihr, wie in dem ganzen Embryonalkörper, nichts als einen Haufen von Zellen, die jedoch von den Zellen anderer Körpertheile schon jetzt sich unterscheiden, theils durch ihre gelbliche Färbung, theils durch ihre Grösse. Letztere, ist, da die Zellen sich nur schwer von einander trennen und isoliren lassen, zunächst nur zu vermuthen aus der eigenthümlich gefleckten Beschaffenheit des mikroskopischen Bildes, in welchem hellere Flecke in einer dunkleren, schwach gelblichen Grundlage sich darbieten; nach Zusatz von Iodwasserstoffsäure treten jedoch die Conturen von runden Zellen und deren Kernen deutlich hervor. Die Zellen haben meistens einen Durchmesser von 0,001″, die Kerne von 0,00035″; Kernkörperchen sind nicht zu unterscheiden. Der übrige Inhalt der Zelle ist eine durchsichtige Flüssigkeit, in der nur sparsame, feste Moleküle suspendirt sind. Die Untersuchung der folgenden Entwickelungsstufen lehrt, dass diese ganze embryonale Masse dem späteren Ganglion entspricht; denn noch findet sich nichts was als eine Fortsetzung desselben im Nervenzweige angesehen werden könnte, obgleich die beiden kurzen Schenkel, in welche diese Masse ausläuft, die Stelle bezeichnen, an der die späteren Nerven aufzutreten beginnen,

In den nächstfolgenden Tagen ist in dieser Masse keine andere erhebliche Veränderung wahrzunehmen als die, dass die genannten Schenkel immer deutlicher und länger hervortreten, so dass sie vom siebenten Tage an schon ziemlich leicht zur mikroskopischen Untersuchung vorbereitet, d. h. von der umgebenden Masse befreit und für sich rein dargelegt werden können. An diese, von dem ursprünglichen Ganglion ausgehenden Verlängerungen, als Anlagen der künftigen Hauptzweige des Trigeminus, knüpft sich vorzüglich das Interesse der beabsichtigten Untersuchung.

§. 38. Beim ersten Auftreten dieser Aeste zeigen dieselben bei mikroskopischer Untersuchung keine Spur von Fasern oder Röhren. Vielmehr erscheinen sie, wenn man alle äusserlich anhängenden Theile möglichst sorgfältig entfernt hat, als eine gleichmässige graue, fein granulirte Masse, in der keine Spur einer bestimmten Textur zu erkennen ist, und nur einzelne undeutliche Kerne unterschieden werden können. Nach Zusatz von Essigsäure treten letztere deutlicher und in grösserer Menge hervor; um einige derselben erschien wohl auch ein heller Hof, als Andeutung der dazu gehörenden Zelle, während bei der Mehrzahl keine Spur der früher dagewesenen Zellen weiter zu erkennen ist. Immer aber sind diese Kerne so sparsam vorhanden, das offenbar die ursprünglichen Zellen nur einen Theil der Masse bilden, deren andere und vielleicht grössere Hälfte daher einer Intercellularsubstanz angehören muss. Dass demnach in dieser für die Entwickelung von Nervenröhren bestimmten Anlage die Zellen nicht unmittelbar an einander stossen, muss Bedenken über die Richtigkeit der Schwann'schen Lehre von der Genesis der Nervenfasern erwecken, um so mehr, wenn man erwägt, dass die Intercellularsubstanz schon gallertartig fest geworden und mit den Zellen-

wandungen zu einer gleichförmigen Masse verschmolzen ist zu einer Zeit, wo von den Nervenfasern noch nichts zu sehen ist, so dass also von einer später etwa eintretenden Näherung dieser Elemente nicht die Rede sein kann. Vielmehr berechtigt nicht allein das äussere Ansehn sondern auch die deutlich vorliegende Entwickelungsweise dieser Masse dazu, sie für eine frühe Bildungstufe der Bindesubstanz zu halten, nämlich jenes durch den Organismus weit verbreiteten Gewebes, das aus Zellen hervorgeht, welche mit der Intercellularsubstanz zunächst zu einer mehr oder weniger gleichförmigen Masse verwachsen, in der jedoch späterhin durch mannigfaltige Veränderungen Falten, Streifen und dergl. auftreten können[1]).

Erst mit dem neunten Tage der Bebrütung beginnt in dieser Masse eine Veränderung, die sie ihrem endlichen Ziele entgegenführt. Das gleichförmige Ansehn verschwindet nämlich, und es tritt zuerst in dem Centrum des sich bildenden Nerven eine der Längenrichtung desselben entsprechende Strichelung auf, die anfangs schwach und wenig deutlich ist, weiterhin immer bestimmter sich auszeigt und den ganzen Strang einnimmt. Worauf dieses gestrichelte oder gefaserte Ansehn beruhe, ob es nur Falten oder wirkliche Fasern, ob diese solid oder hohl, und wie ihre Dimensionen sind, ist nicht gleich beim ersten Erscheinen desselben zu unterscheiden. Erst am zehnten oder eilften Tage erlangt man hierüber Gewissheit. Die Fasern fangen dann an, in ihren Umrissen stärker hervorzutreten: sie werden nämlich von tiefdunkeln, eine helle Mitte einschliessenden Grenzlinien gebildet, welche theils in grösseren Strecken regelmässig, parallel neben einander hingehen, theils durch wellenförmigen Verlauf eine dichtgereihte Perlschnurform erzeugen, theils endlich durch stellenweise Unterbrechung als ganz getrennte, aber in Längsreihen geordnete Perlen oder Tröpfchen sich darbieten[2]). Wenn schon diese Verhältnisse entschieden darauf hinweisen, dass man es mit einer dem Inhalte völlig ausgebildeter Nervenfasern sehr ähnlichen, ölartigen Flüssigkeit zu thun habe, die in der ursprünglich gleichförmigen Grundmasse sich mehr oder weniger vollständige Bahnen gebrochen hat, so findet auch der letzte Zweifel hieran seine Beseitigung dadurch, dass nach Zerreissung dieser Nervenmasse ein in Tröpfchen heraustretender Inhalt ganz das bekannte Ansehn des sogenannten Nervenmarkes hat. Nichtsdestoweniger lässt sich diese Masse zu dieser Periode noch nicht in einzelne Fasern zerlegen; eine Längentheilung derselben ist allerdings möglich, aber ganz isolirte Nervenröhren habe ich zu dieser Zeit noch nicht gewinnen können. Erst mit dem funfzehnten Tage gelingt diess leichter, obgleich auch dann, und selbst am Ende der Bebrütung noch lange nicht mit derjenigen Vollständigkeit, mit der im ausgebildeten Körper ein zum Cerebrospinalsystem gehörender Nerv gleich nach

1) Im Betreff der Entwickelungsgesetze des Bindegewebes verweise ich auf Reichert's schon oben genannte Schrift, und bemerke nur, dass ich die dort entwickelten Ansichten, so wenig sie auch mir anfangs zusagen wollten, nach wiederholter, weil von Mistrauen gebotener, um so sorgfältigerer Prüfung zahlreicher dahin gehöriger Präparate, nun ebenfalls für vollkommen begründet anerkennen muss.

2) Der letztgenannte Fall scheint mir derjenige zu sein, der zu der Meinung von an einander gereihten Zellen, deren Scheidewände noch nicht resorbirt sind, Veranlassung gegeben hat.

Entfernung der neurilematischen Hülle seine Elemente ausbreiten lässt. (Taf. II, Fig. 11, 12, 13).

§. 39. Dem Mitgetheilten gemäss kann ich daher nicht umhin, die Ueberzeugung auszusprechen, dass die Nervenfasern auf die Weise entstehen, dass in einer anfangs ganz gleichmässigen, mit gewissen Formen des Bindegewebes übereinstimmenden Grundmasse zuerst Röhren oder Kanäle ausgehöhlt werden, in denen dann ein öliger Inhalt sich sammelt. Wodurch das erste geschehe, ob durch Resorption oder durch Verdrängung der Masse mittels mechanischer Impulse, vermag ich nicht anzugeben. Doch kann ich die Vermuthung nicht verhehlen, dass die Ganglienmasse, welche der Ausbildung der peripherischen Nervenzweige so lange vorangeht, hierbei eine wichtige Rolle übernehmen dürfte. Ich glaube namentlich, dass die Ansicht sich rechtfertigen liesse, dass das fetthaltige Nervencontentum von den Kugeln ausgehe, vielleicht als ein Absonderungsproduct derselben zu betrachten sei*). Denn der beträchtliche Gefässreichtum, den diese Ganglien-Partie, selbst schon in den embryonalen Bildungstadien, besitzt, macht es unwahrscheinlich, dass alles dadurch zugeführte Blut nur der Ernährung der Ganglienmasse selbst diene. Da ferner die Ganglienkugeln doch schon vor Bildung der Primitivnervenfasern in Höhlungen jener Grundmasse enthalten sein müssen, später aber in diese Primitivröhren eingeschlossen werden, so lassen sich letztere auch als einfache Verlängerungen jener ersteren Höhlungen betrachten, und an der Bildung solcher Verlängerungen könnte ein von den Kugeln bereitetes öliges Nervenfluidum wohl einen Antheil haben. Wie dem aber auch sei, so viel steht fest, die Röhren bilden sich in einer ursprünglich ganz gleichförmigen, bindegewebigen Grundmasse, und mit Rücksicht darauf, dass nach vollendeter Entwickelung ein erheblicher Unterschied zwischen verschiedenen Nerven vorkommt, je nachdem mehr oder weniger, oder selbst gar kein Bindegewebe zwischen den Primitivfasern liegt, müssen wir annehmen, dass zur Aushöhlung jener Röhren bald mehr bald weniger von jener Grundmasse in Anspruch genommen werde. Die Bindesubstanz, die in die Zusammensetzung der Nerven eingeht, ist daher nicht oder nicht nur das Resultat einer um die Nervenfasern herum erfolgenden neuen Bildung, sondern zum Theil wenigstens ein Rest jener Bindemasse, welche die Anlage zu den Nervenstämmen bildet; ein Rest, der natürlicherweise noch weitere, in der Natur des Bindegewebes liegende Modificationen erleiden kann. — Mit diesem Vorgange jedoch, bei welchem in der ursprünglich homogenen Grundlage der Nerven solche Kanäle ausgehöhlt werden, muss sich ein zweiter Process verbinden, bei welchem diese Kanäle ihre isolirten Wandungen, ihre künftige sogenannte Begrenzungshaut oder die Nervenprimitivscheide erhalten. Es müssen also in der Grundmasse Trennungen vor sich gehen, wodurch die jene Röhren umgebenden Substanzlagen sich unter einander und von der etwa als Rest unverbraucht gebliebenen Bindesubstanz

*) Zu einer ähnlichen Vermuthung ist, wenn gleich von anderen Grundlagen ausgehend, auch Oesterlen gekommen, siehe dessen Beiträge zur Physiologie, Jena 1843 pag. 4.

abgrenzen. Diess macht die Annahme nothwendig, dass in jener Grundmasse eine ähnliche Spaltung stattfinde, wie sie auch in manchen Entwickelungsformen des Bindegewebes angetroffen wird; und hiermit muss denn auch die Antwort auf die Frage nach dem Wie dieses Vorganges, nach den Mitteln, durch welche derselbe zu Stande kommt, vorläufig abgelehnt werden, oder eben nur in der Hinweisung auf die Vorgänge in der Bindesubstanz bestehen.

§. 40. Die aus den mitgetheilten Thatsachen abgeleitete Behauptung, dass die structurlose Begrenzungshaut der Nervenprimitivfasern nicht der unmittelbare Rest primärer Zellenwandungen, sondern vielmehr aus solchen Zellen hervorgegangen sei, die mit der Intercellularsubstanz zu einer homogenen Masse verschmelzen, dass also, mit einem Worte, die Primitivscheide Bindegewebe sei, widerspricht so sehr der bisherigen Ansicht über dieses Formelement, dass es nicht unangemessen erscheint, noch ein anderes Moment hervorzuheben, das zur Unterstützung jenes Ausspruchs dienen kann. Dies sind die über die Regeneration der Nerven gemachten Erfahrungen. Die Thatsache, dass dasjenige Gewebe, dessen physiologischer Werth für die thierische Oekonomie der grösste ist, und welches, der bisher geltenden Vorstellung gemäss, auch eine der höchsten Stufen in der histologischen Entwickelungsreihe der Zellen einnahm, so vollständig wieder ersetzt werden kann, dass, selbst nach Ausschneidung von 8 — 10‴ langen Stücken aus einem Nerven, dieser Verlust vollständig ausgeglichen wird, diese Thatsache stand ganz isolirt und eben daher unverständlich da. Denn andere, in physiologischer Beziehung ebenfalls hochstehende Gewebe, wie die Muskelsubstanz, regeneriren sich gar nicht; hier werden Massenverluste vielmehr nur durch neuerzeugte Bindesubstanz ersetzt. Dass letztere ein sehr bedeutendes Regenerationsvermögen besitzt, ist längst bekannt; gewöhnlich hielt man dasselbe für hinreichend erklärt, wenn man bemerkte, dass es sich hier auch nur um Wiedererzeugung eines weniger wichtigen, auf niedrigerer Stufe stehenden Gewebes handele. Ohne jene Fähigkeit der bindegewebigen Gebilde hiermit für erklärt zu halten, oder etwas anderes zum Verständniss jener Erscheinung angeben zu können, lässt sich doch darauf hinweisen, dass die so vollständige Wiedererzeugung der Nervensubstanz weniger auffallend erscheint, wenn man weiss, dass Bindegewebe einen so wesentlichen Bestandtheil der charakteristischen Nervenelemente ausmacht, und wenn man ferner die oben ausgesprochene Vermuthung nicht für unzulässig erklärt, dass der Inhalt dieser bindegewebigen Röhren nicht von ihren Wandungen selbst geliefert, sondern von den in den Ganglien angehäuften Nervenkugeln bereitet, und von hier aus weiter durch die Röhren verbreitet werde. Ist diese letztere Vorstellung gestattet, so wird es auch verständlich, warum von jenen drei Geweben, die Schwann aus Zellen hervorgehen liess, welche mittels ihrer Röhren verschmelzen sollen, die wir dagegen als Röhren mit bindegewebigen oder epitheliumartigen Wandungen aufzufassen uns veranlasst sehen, Nerven und Gefässe leicht wiedererzeugt werden, Muskeln aber nicht. Denn während der flüssige Inhalt der ersteren beiden Röhrenarten aus der Entfernung bezogen werden kann, bei dem Wiederersatz der betreffenden Gewebe es sich also zunächst nur um Restitution der

bindegewebigen oder epitheliumartigen Wandungen dieser Röhren handelt, muss der Inhalt der sogenannten primitiven Muskelscheide, nämlich das in derselben eingeschlossene Bündel von Fibrillen, auch seinerseits an Ort und Stelle selbst neugebildet werden, was die Natur nun aber in dem ausgebildeten Körper — wenigstens bei der Narbenbildung nach Substanzverlust und Trennung — niemals zu leisten scheint, daher es in der Muskelnarbe bei der Bildung von Bindesubstanz sein Bewenden hat. Endlich kann ich nicht unbemerkt lassen, dass mit dieser Vorstellung auch ganz wohl übereinstimmt, was bisher über das Zusammenfallen, Welkwerden und die Verschmälerung der Primitivfasern des peripherischen Durchschnittendes beobachtet worden ist; alle jene Veränderungen sind nämlich dadurch erklärlich, dass die peripherische Seite des durchnittenen Nerven von den Kugeln, der Quelle des öligen Nerveninhalts, getrennt ist.

Es blieb endlich noch übrig, durch directe Erfahrungen darzuthun, dass der Neubildung von Nervenfasern die Bildung von Bindegewebe vorausgehe. Ich wählte zu einem hierzu erforderlichen Experiment, die schon früher (Müll. Archiv 1842) zu ähnlichen Versuchen von mir benutzte Körperstelle, indem ich bei einem Hunde aus dem Hypoglossus und dem Lingualaste des Quintus auf beiden Seiten ein mehrere Linien langes Stück ausschnitt. Die beiden Wunden eiterten ganz ungewöhnlich lange, schlossen sich indessen doch endlich, und etwa 2½ Monate nach der Operation wurde das Thier getödtet. Auf der einen Seite war die Verheilung des Hypoglossus, ohne alle Verwachsung mit Nachbartheilen, so schön erfolgt, dass der Nerv einen durchweg gleichmässigen Strang darstellte, an welchem die Narbe äusserlich nur durch eine unbedeutende Anschwellung von grösserer Consistenz als der übrige Nerv zu erkennen war. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigte dieselbe neben einander die eben erwähnten verschiedenen Stadien in der Entwickelung der Nerven: theils eine homogene graue, fein granulirte Grundmasse, in der durch Essigsäure zahlreiche Kerne sichtbar wurden, theils eine undeutlich gestrichelte oder gefaserte Substanz, theils unzweifelhafte Röhren, die einen, freilich noch häufig unterbrochenen, aber dunkel conturirten, also öligen Inhalt beherbergten. Nichts wies auf anastomosirende Höhlungen primärer Zellen hin; vielmehr war auch hier die in einer bindegewebigen Grundlage beginnende Röhrenbildung unverkennbar. (Taf. II. fig. 10).

Nachdem vorliegende Untersuchung schon geschlossen war, fand ich beim Wiederlesen einiger früheren, über Nervenregeneration angestellten Versuche bei Valentin (de functionibus nervorum etc. pag. 159. §. 323) folgende, mir jetzt sehr bemerkenswerth scheinende Stelle. Nämlich nach Erwähnung dessen, was die unmittelbare Untersuchung durchschnittener Nerven ergiebt, zieht Valentin folgende Schlüsse in Betreff des dabei stattfindenden Bildungsvorganges: ex his igitur sequitur, in lacuna nervi excisione facta primum massam exsudatoriam formari, quae ... in fibras cellulosas et deinde in fila telae cellulosae abit. In ea vero deponitur substantia oleosa..... Fibrae nerveae persectae finibus hoc novae fibrae primitivae contentum primo, medio vero ultimo evolvitur. Also auch Valentin findet in der

sich bildenden Nervennarbe, deren erste Grundlage von den Vorgängern in diesem Gebiete schlechthin Exsudatmasse genannt wurde, anfangs nur Bindegewebe, und auch ihm scheint von den Nervenenden aus der ölige Nerveninhalt sich in diese Masse einen Weg zu bahnen. Diess sind Angaben, auf die ich gegenwärtig ein um so grösseres Gewicht legen möchte, als sie nicht unter dem Einfluss irgend einer neurogenetischen Theorie (Valentins Werk erschien 1839 in Bern) gemacht sind, also als Ausdruck einer, wenigstens in Bezug auf Histogenesis, ohne Vorurtheil für oder wider eine bestimmte Ansicht angestellten Reihe von Beobachtungen angesehen werden dürfen.

§. 41. Nachdem wir demnach mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte die histologische Dignität der Capillargefässe und Primitivnervenröhren zu bestimmen versucht haben, können wir nunmehr zu der begonnenen Paralelle zwischen denselben zurückkehren.

Die Wandungen dieser beiden Arten von Röhren, wenngleich in ihrem Ansehn übereinstimmend, unterscheiden sich doch von einander nach ihrer Entstehung. Die Gefässwandungen scheinen zu den sogenannten Epithelialgebilden gerechnet werden zu müssen, und diess gilt von den Wandungen der Capillargefässe ebenso wohl als von denen der grössten Gefässstämme; die Begrenzungshaut der primitiven Nervenröhren dagegen geht entschieden aus Bindesubstanz hervor.

Ferner, der Inhalt der Capillargefässe scheint überall gleichzeitig mit den Wandungen derselben zu entstehen; überall wo gefässreiche Gewebe sich bilden sollen, scheint ein Theil der primären Zellen in strangförmiger Anordnung so sich zu verhalten, dass die peripherisch gelagerten Zellen zu den Gefässwandungen verwachsen, während die in der Achse gelegenen Zellen zu Blut verwandelt werden. Bei den Nervenprimitivfasern dagegen wird diejenige Substanz, welche deren Wandungen ausmacht, lange vorher gebildet, ehe ein Inhalt wahrnehmbar ist.

Der erste Inhalt der Capillargefässe bildet sich demnach überall innerhalb der Gefässröhren selbst, und beide Theile desselben, Zellen und Plasma, entstehen gleichzeitig; von dem Inhalt der Nervenröhren dagegen treten die Ganglienkugeln lange vor dem flüssigen Theil auf. Letzterer scheint von den Ganglienkörpern geliefert zu werden, und muss also bei dem auf wenige Stellen beschränkten Vorkommen derselben aus grösserer oder geringerer Entfernung in die Nervenröhren gelangen.

Die Blutkörperchen werden von allen Seiten von reichlichem Plasma umgeben, so dass sie leicht in demselben beweglich sind; solche Bewegung verbietet bei den Nervenkörpern schon ihr Grössenverhältniss zu den Röhren, in welche sie eingebettet sind. Aber es könnte selbst scheinen, dass sie nicht von allen Seiten von dem flüssigen Nerveninhalt umgeben, sondern nur von denjenigen Stellen von demselben berührt werden, an welchen die zum Lager für die Kugel bestimmte Erweiterung der Nervenröhre in die das flüssige Nervenmark aufnehmende cylindrische Röhre übergeht. Indessen, selbst wenn jene Erweiterung vollkommen von der Ganglienzelle ausgefüllt wird, scheint es doch nothwendig, dass Etwas

von dem flüssigen Nerveninhalt, und sei es auch nur die feinste physikalisch mögliche Schicht, zwischen die Kugel und die Begrenzungshaut sich begebe, und es wurde schon oben bemerkt, dass auch der tiefdunkle Contur des von der Begrenzungshaut umschlossenen Ganglienkörperchens auf die Gegenwart einer dasselbe umgebenden Oelschicht hinweise.

Trotz der Aehnlichkeit, welche nach den im Obigen mitgetheilten Erfahrungen auf den ersten Blick zwischen Capillargefässen und Primitivnervenröhren sich darzubieten schien, sind dieselben dennoch hinreichend von einander unterschieden, sowohl nach ihrer Entstehungsweise als nach ihrem Verhalten im vollkommen ausgebildeten Zustande; und diess stimmt denn auch mit ihrer physiologischen Bedeutung besser überein als jene vermeintliche Analogie. — Ueber den Einfluss, welchen die hier gegebenen Erläuterungen auf die bisherigen Vorstellungen von der Thätigkeit der Nerven ausüben zu müssen scheinen, ist schon oben, freilich nur gelegentlich und fragmentarisch die Rede gewesen, indessen muss es dieses Mal hierbei auch sein Bewenden haben. So wenig auch mit dem dort Angeführten alles hierher Gehörige erschöpft ist, so mag ich auf die physiologische Seite des behandelten Gegenstandes doch nicht näher eingehen, da die vorliegenden Mittheilungen nicht die Aufgabe verfolgen wollten, die sogenannte Mechanik der Nervenwirkungen zu berichtigen, sondern höchstens Materialien zu einer künftigen Berichtigung der gegenwärtig hierüber geltenden Ansichten liefern sollten.

Nachdem vorstehende Arbeit schon völlig geschlossen war, und eben zum Druck befördert werden sollte, erhielt ich die Göttingischen gelelehrten Anzeigen vom 27. Febr. d. J. No. 33, worin Nachricht gegeben wird über einen der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegten vorläufigen Bericht Rud. Wagner's über dessen „neue Untersuchungen über die Elemente der Nervensubstanz.“ — Ich ersehe daraus, dass Wagner zum Theil denselben Gegenstand wie ich verfolgte, nur ein anderes Thier dazu benutzt hat. Was nämlich nach Harless' Mittheilungen über den Zitterrochen so überaus wünschenswerth und vielversprechend schien: diess Thier im frischen Zustande zu erneuerten Untersuchungen über die Textur des Nervensystems zu benutzen, dem hat Wagner sich unterzogen, und dabei manche höchst bemerkenswerthe Ergebnisse gewonnen. Ich hebe von diesen nur diejenigen hervor, die auf die von mir hier behandelte Seite der Nerventextur Bezug haben. — Auch Wagner findet, dass aus den Centraltheilen (Hirn und Rückenmark) kommende Primitivfasern an eine Ganglienzelle treten, die an ihrem entgegengesetzten Ende nach der Peripherie hin wieder eine Faser abgiebt, und dass bald breite und schmale Fasern von den Ganglienzellen entspringen, — was mit einem Theil der von mir gemachten Erfahrnngen ganz übereinstimmt. Dieselben Verhältnisse hat Wagner ferner auch bei den gewöhnlichen Rochen angetroffen, und vermuthet, dass sie bei Menschen und Wirbelthieren wohl

allgemein sein dürften; diese Vermuthung ist durch meine Untersuchungen für Fische und Säugethiere zur Gewissheit erhoben und hat für die übrigen Wirbelthiere eine hohe Wahrscheinlichkeit erlangt. — Wagner meint ferner, dass von den sehr grossen Ganglienkörpern im elektrischen Hirnlappen wahrscheinlich eine grössere Anzahl, d. h. mehr als zwei Primitivfasern entspringen; wenn ich in Betreff der Zacken und Spitzen, welche auch ich an diesen Körpern bemerkte, eine andere Vermuthung ausgesprochen habe, so entgeht mir nicht, dass die hierüber an einem Spirituspräparate gewonnene Auskunft weit weniger eine entscheidende zn sein beanspruchen kann als die an einem frischen Thiere geführte Untersuchung. — Endlich ist es mir sehr erfreulich gewesen, von Wagner auch die auf seine neuen Untersuchungen basirte Ansicht ausgesprochen zu sehen, dass die primitive Nervenfaser nur aus zwei Elementen bestehe, nämlich aus der Scheide und dem im frischen Zustande homogenen und keinen Achsencylinder zeigenden Nervenmark, indem bei dieser Ansicht auch ihm alle bisherigen Angaben über das Entspringen der Nervenfasern von Ganglienkörpern mangelhaft, ja unverständlich erscheinen müssen. — Möchte die von Wagner in Aussicht gestellte ausführliche und mit den nöthigen bildlichen Darstellungen versehene Arbeit über diesen Gegenstand doch recht bald erscheinen, und hiermit zugleich der gewiss von vielen Seiten mit aufrichtiger und lebhafter Theilnahme herbeigewünschte Beweis geliefert werden, dass des Verf. leidender Gesundheitszustand durch den längern Aufenthalt in einem milderen Klima dauernd befestigt sei.

Anhang

von

Dr. A. W. Volkmann
Professor in Halle.

Durch die Güte meines verehrten Freundes R. Wagner erhielt ich im Anfange des Juni seine treffliche Arbeit: Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Structur der Ganglien, Untersuchungen, welche mich um so lebhafter interessirten, als ich in die überaus wichtigen Verhältnisse, die hier zur Sprache kommen, schon vorläufig einige Einsicht gewonnen hatte.

Bereits gegen Ende des Jahres 1846 hatte mir Bidder das Verhältniss der Nervenfasern zu den Ganglienkugeln in höchst ähnlicher Weise, wie jetzt Wagner, geschildert und durch flüchtige Abbildungen verständlich gemacht. Seine wiederholten brieflichen Mittheilungen hatten mich so lebhaft interessirt, dass ich die Nachuntersuchung der von ihm bearbeiteten Materie mit Eifer unternahm, und kann ich mich auch nicht rühmen, bereits alle Puncte, die hier Untersuchung verdienen, selbst geprüft zu haben, so glaube ich doch über einige der wichtigeren ein selbständiges Urtheil fällen zu dürfen.

In den letzten Tagen des Juni schickte mir Bidder das vollständige Manuscript der vorstehenden Arbeit, mit der Bitte, den Druck zu besorgen, auch forderte er mich auf in einem Anhange zu seiner Abhandlung zu sagen, was ich etwa im Interesse unserer früheren gemeinschaftlichen Studien glaubte hinzufügen zu müssen.

Die wichtigste Entdeckung, welche die beiden verdienten Histologen, Wagner und Bidder, ungefähr gleichzeitig und von einander unabhängig gemacht haben, scheint mir mit Bezug auf die Ganglien die, dass die Kugeln im Innern der Fasern liegen. So wenig die übereinstimmende Aussage zweier der geübtesten und sorgfältigsten Arbeiter im Felde der Mikroskopie noch einer Bestätigung zu bedürfen scheint, um so weniger, da Bidder seine Beobachtungen in Gemeinschaft mit Reichert anstellte, so will ich doch hinzufügen, dass auch ich mich von der Richtigkeit jener Angabe vollständig überzeugt habe. So sah ich einmal unter dem Compressorium die bauchige Auftreibung der Nervenfaser platzen und die in ihr liegende Ganglienkugel austreten, genau wie Wagner Fig. V e und VI s abbildet.

Indem ich diesen Punct durch Bidder und Wagner für vollkommen erledigt halte, kann in meinen Augen von einem Entspringen der Nervenfasern von den Ganglienkugeln kaum noch die Rede sein, wenigstens in dem Sinne nicht, wie man bisher das Entspringen sich vorzustellen pflegte. Dies interessirt mich schon insofern, als hiermit ein gewichtiger Beweis für den Lehrsatz wegfällt, dass Fasern von den Ganglien entspringen; ein Dogma, welches in meiner Nervenphysiologie von entschiedenster Bedeutung ist.

Wagner ist nun der Meinung, dass seine Entdeckungen über den Bau der Ganglien von

der Ansicht der Existenz eigener sympathischer Fasern, welche aus den Ganglien entspringen, sehr abführen*), in diesem Bezuge kann ich meinem trefflichen Freunde nicht beistimmen, und zwar aus folgenden Gründen:

Die von Bidder und mir aufgestellte Behauptung, dass Nervenfäden von den Ganglien entspringen, beruht auf Beobachtungen, welche von dem Verhältniss der Ganglienkugeln zu den Fasern durchaus unabhängig sind. Wir haben gefunden

a) dass das Verhältniss der feinen Fasern zu den dicken in den austretenden Nerven ein anderes ist als in den eintretenden. Oft wiederholte sorgfältige Zählungen der beiden Faserarten ergaben, dass in manchen Fällen enorm viel mehr feine Fasern auf der austretenden als auf der eintretenden Seite des Nerven liegen, und es zeigte sich die Unstatthaftigeit der Annahme, dass dieses Plus von feinen Fasern auf einer Verdünnung der in das Ganglion getretenen dicken beruhe.

b) Wir zeigten, dass bei einigen Thieren die austretenden Aeste eines Ganglion überaus viel dicker sind als die eintretenden Wurzeln. Diese Verdickung konnte aber nur auf Faservermehrung bezogen werden, da sich fremdartige Elemente in den austretenden Zweigen in nicht grösserer Menge als in den eintretenden fanden, und da die Faserelemente der ersteren nicht dicker, sondern im Gegentheil beträchtlich dünner waren als die letzteren.

Ich getraue mich zu behaupten, dass wenige Puncte der Nervenhistologie so wohl constatirt sind als dieser.

Kölliker's Angabe, dass die Nervenfasern von den Ganglienkugeln entspringen, war für unsern Lehrsatz eine willkommene Bestätigung, aber doch nichts mehr. Der Satz war vorher schon hinreichend gesichert und kann daher durch Umsturz der Ansicht Kölliker's nicht geschwächt werden.

Man beachte, dass die neuen Entdeckungen über die Lagerung der Ganglienzellen in blasenartigen Erweiterungen der Faserscheiden mit dem Ursprunge der Fasern nicht das mindeste zu thun haben. Jene Entdeckungen berichtigen einen Irrthum bezüglich der Ursprünge, aber sie setzen nichts Positives an dessen Stelle. Freilich wenn erwiesen wäre, dass die von der Ganglienkugel nach zwei entgegengesetzten Seiten auslaufende Faser einerseits bis zum Gehirn oder Rückenmark und andrerseits bis zum Nerven verliefe; — wenn zweitens erwiesen wäre, dass dieses Verhältniss nicht blos für einige, sondern für alle Fasern Gültigkeit hätte, dann könnte von einer Faservermehrung in den Ganglien nicht die Rede sein. Indess sind beide Puncte nicht erwiesen, ja nicht einmal wahrscheinlich zu machen. Mit Fug und Recht ist die Beweisführung umzukehren und zu sagen, da Faservermehrung in den Ganglien durch exacte Beobachtungen hinreichend erwiesen ist, so ist nicht anzunehmen, dass alle Fasern, welche von einem Ganglion aus peripherisch verlaufen im Innern des Ganglion eine Kugel umschliessen und von dieser aus weiter sich bis zu den Centralorganen begeben.

---

*) l. c. Nachtrag § 8.

Wie man sich die Vermehrung der Fasern in den Ganglien, die positiv stattfindet, zu denken habe, darüber ist etwas Entscheidendes noch nicht zu sagen, und die neuen schönen Untersuchungen Wagner's und Bidder's dürften den verschiedenartigsten Hypothesen Raum lassen. Indess fehlt es nach den Beobachtungen meines Dorpater Freundes doch nicht ganz an empirischen Unterlagen, welche den Vermuthungen über das Mittel der Faservermehrung bereits eine gewisse Richtung geben. Wenn die eine Kugel einhüllende Faser mit beiden Enden peripherisch verliefe, statt nur mit Einem, so wäre eine Faservermehrung in den Ganglien sofort gegeben. Nun hat Bidder wirklich einige Fälle beobachtet, wo beide Faserausläufer einer Kugel nach einer und derselben Seite gingen. In welchen Ast oder in welche Wurzel des Ganglions diese Fasern auch eintreten mochten, es ist klar, sie mussten eine Multiplication der Fasermasse veranlassen, die von der Stätte, wo die Kugel lag, und folglich vom Ganglion ausging.

Ich habe bei meinen Untersuchungen der Ganglien des Frosches zwar nur einen Fall gesehn, welcher in vollkommen unzweifelhafter Weise erwies, dass beide Faserschenkel, die zu einer Ganglienkugel gehören, nach einer und derselben Seite hin verlaufen können*), aber ich habe nicht wenige Fälle gesehen, welche ein derartiges Verhältniss wahrscheinlich machten. Ein Paar hierhergehörige Formen habe ich abgebildet, um nöthigenfalls sie vorlegen zu können.

Nun hat Bidder mit Recht bemerkt, dass, nachdem er einmal gezeigt, wie beide Schenkel einer und derselben Faser in gleicher Richtung verlaufen können, nichts hindere anzunehmen, dass dieses Verhältniss überaus häufig vorkomme. Alle Fälle nämlich, wo eine dem Ansehen nach vollkommen unversehrte, d. h. mit der Nervenscheide noch umhüllte Kugel am Rande eines Ganglienpräparats angeheftet ist, gestatten diese Annahme.

Wenn Wagner im 3ten Abschnitte seiner Schrift wahrscheinlich zu machen sucht, dass zu jeder Ganglienkugel eine Faser gehöre, und dass wiederum jede Faser, von der Kugel aus gerechnet, einen centralen und einen peripherischen Schenkel besitze, so will ich nicht in Zweifel stellen, dass Untersuchungen am elektrischen Rochen dieser Hypothese das Wort sprechen, im Frosche dagegen ist dies nicht der Fall. Ueberaus selten findet man in den Ganglien des Frosches Kugeln mit zwei Faseranhängen auf der entgegengesetzten Seite. Fast alle gestielte Kugeln lassen nur einen Stiel erkennen, und unter diesen zeigt die überwiegende Mehrzahl keine Spuren von Zerreissung auf der Seite, welche der einen sichtbaren Faser entgegengesetzt ist. Wagner selbst hat in Fig. VII d einen derartigen Fall abgebildet.

Zwar wird in der Erklärung der Abbildungen bemerkt, dass wahrscheinlich die zweite Faser, auf der entgegengesetzten Seite der einen wahrnehmbaren, abgerissen sei, aber diese Vermuthung findet in der Figur wenigstens keine Stütze, da der Contur, welcher die

*) Diesen Fall zeigte ich Herrn Dr Meckel, welcher die Deutung des Präparats für ebenso unzweifelhaft hielt als ich.

blasige Erweiterung der Nervenscheide darstellt, ohne Unterbrechung, ja sogar ohne Zeichen von Rauhigkeit oder Faltung fortläuft.

Hierzu kommt noch, dass mindestens in solchen Ganglien, welche mehrere austretende Aeste haben, wie die meisten sympathischen, die von Wagner beschriebene Formation mit der Annahme einer Faservermehrung in den Nervenknoten vollkommen vereinbar ist. Mögen immerhin die Faserenden an entgegengesetzten Enden der Kugel sich vorfinden, nichts hindert anzunehmen, dass das eine wie das andere Ende in einen austretenden Ast eindringe. Schon 1834 habe ich gezeigt und abgebildet*), wie Faserbündel aus einem Aste eines Nervenknotens in einen oder mehrere andere Aeste eindringen, gesetzt also, die Fasern, welche in solchen Bündeln liegen, umhüllten ebenfalls Kugeln, so könnte der Anschein eines centralen und peripherischen Endes in Wagner's Sinne entstehen, während beide Enden in der That doch peripherisch wären.

Endlich noch eine hierher gehörige Bemerkung. Wenn Ganglienkugeln in bogenförmigen Erweiterungen der Faserscheiden liegen, so muss die Möglichkeit zugegeben werden, dass solche Erweiterungen auch am Ende einer Faser vorkommen können. Sowohl Wagner als Bidder scheinen geneigt, dieses Vorkommen in Zweifel zu ziehen, indess doch nur nach Analogie der bestgelungenen Präparate am Fischkörper. Schon oben erwähnte ich, dass Fälle in Menge vorkommen, wo die Faser nur an dem einen Ende der wohlerhaltenen Kugel erkenntlich ist. Nimmt man diese Fälle für natürliche Bildungen, zu welcher Auffassung ich selbst hinneige, so hat die Faservermehung nichts Befremdliches, denn natürlich gilt es für den Nachweis dieser gleichviel, ob die Fasern von den Ganglienkugeln entspringen oder an ihrem Ursprunge eine Ganglienkugel in sich aufnehmen. Obschon die früheren Beobachtungen von Hannover, Will, Kölliker und Harless das wahre Verhältniss der Kugeln zu den Fasern nicht ermittelt haben, so würde ich es doch für eine Ungerechtigkeit halten, die Arbeiten jener verdienten Forscher als vollkommen überflüssig zu verwerfen. Als Ergebniss ihrer Untersuchungen betrachte ich dies: dass Kugeln mit einseitigem Faserschenkel wahrscheinlich auch vorkommen.

Aus dem Vorhergehenden dürfte klar sein, dass die neuen Beobachtungen über das Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenkugeln, mit den alten Erfahrungen über die Vermehrung der Fasermasse in den Ganglien durchaus nicht in Widerspruch stehen.

Die von Bidder aufgeworfene Frage, ob auch motorische Fasern Ganglienkugeln aufnehmen, möchte ich aus Wahrscheinlichkeitsgründen bejahen, obschon ein vollständiger Beweis sich jetzt nicht geben lässt, auch schwerlich jemals zu erwarten steht. Fälle, wo motorische Bündel durch Ganglien gehen, sind nichts weniger als selten. Für verschiedene Säugethiere habe ich erwiesen, dass ein Theil der motorischen Bündel des Vagus und sämmtliche motorische Fasern des Glossopharyngeus durch ein Ganglion treten. Die kleine Wurzel des Hypoglossus beim Kalbe, welche nach Meyer's Entdeckung durch ein Ganglion

*) Müller's Archiv 1838, tab. VIII, fig. 3 und pag. 293.

geht, erregt auf Reizung beträchtliche Zuckungen und verdient hier um so mehr Berücksichtigung, als von verschiedenen Experimentatoren die Sensibilität des Zungenfleischnerven geläugnet wird. Der N. facialis, dessen Empfindlichkeit dem Anscheine nach nur durch Anastomosen mit dem 5ten und 10ten Nervenpaare vermittelt wird, besitzt Ganglienmasse an der knieförmigen Beugung im Felsenbeine. Bei den Fröschen scheinen die vorderen Rückenmarksnerven-Wurzeln durchgängig an der Ganglienbildung Antheil zu haben, und das Ganglion Gasseri dient zum Durchtritte der kleinen Wurzel des N. trigeminus, des N. facialis und abducens, also solcher Nerven, welche gewöhnlich für rein motorisch gelten. Jedenfalls würde es gewagt sein, den motorischen Fasern des Sympathicus die Ganglienkugeln abzusprechen, denn in einem Nerven, welcher so wenig Sensibilität besitzt als der Sympathicus, bliebe die Anhäufung der Ganglien dann unverständlich.

Wenn man das 7te Nervenpaar des Frosches in das Ganglion Gasseri verfolgt, so findet sich, dass man dasselbe aus der Ganglienmasse förmlich herausschälen kann. Hiernach könnte es scheinen, dass der motorische Strang durch die Kugelmasse frei durchsetze. Untersucht man aber den Strang nachmals mikroskopisch, so findet sich, dass er, wenigstens in einem Theile seines Verlaufes, stark von Kugelmasse durchsetzt ist. In einem Falle ist es mir ganz unzweifelhaft gelungen, eine Nervenfaser rückwärts bis zum Gasser'schen Knoten, und in diesem bis zur Ganglienkugel zu verfolgen, welche auf der peripherischen Seite einem Muskelaste angehört. Freilich bleibt auch hier unentschieden, ob die mit der Kugel verbundene Faser wirklich der Bewegung diente.

Noch eine zweite, von Bidder aufgeworfene Frage würde ich geneigt sein, aus Wahrscheinlichkeitsgründen zu bejahen, die Frage nämlich: ob eine Faser mehr als eine Kugel in ihrem Verlaufe aufnehmen könne. Mehr oder weniger spricht jeder Ganglienstrang zu Gunsten dieser Annahme. Denn da jeder Knoten die Mehrzahl seiner Fasern durch den Theil des Stranges zugeführt bekommt, welcher das verbindende Glied zwischen 2 Knoten ausmacht, so würde die mögliche Zahl der Kugeln ausserordentlich vermindert werden, wenn Fasern, welche in einem ersten Knoten Kugeln in sich aufnehmen, dies in einem zweiten Knoten nicht wiederholen könnten. Die Grössenverhältnisse der Knoten scheinen zu dieser Annahme kaum zu passen. Im Halstheil der sympathischen Nerven der Säuger scheint dies am auffallendsten, Man denke sich im Ganglion cervicale infimum habe jede Faser eine Kugel aufgenommen, was mit der Grösse dieses Knoten sehr wohl vereinbar ist. Man denke sich ferner, dass das Ganglion cervicale supremum bei weiten den grössten Theil seiner Fasern vom untern Nervenknoten empfängt oder, was dasselbe sagt, an dieses abgibt, so übersieht man, wie schwierig es sein würde, die ausserordentliche Menge von Kugeln eines so grossen Nervenknotens zu begreifen, wenn die Vertheilung von mehreren Kugeln an eine Faser verhindert wäre.

Obschon Wagner und Bidder in den Hauptpuncten der anatomischen Beschreibung auf eine erfreuliche Weise übereinstimmen, so findet sich doch in Bezug auf die Ganglienkugeln eine Verschiedenheit in den Angaben, welche die Aufmerksamkeit der mikroskopischen For-

scher verdienen dürfte. Wagner sagt, er habe gesehen, wie der feinkörnige Inhalt des Ganglions (Fig. V. g) sich auf beiden Seiten in die entsprechende Wurzel der Primitivfaser fortsetze, und fügt auf der folgenden Seite hinzu, dass in einigen Fällen das Mark der Faser in den körnigen Inhalt der Kugel eingetreten sei.

Nach Bidder, dem ich beistimmen möchte, würde weder das Eine noch das Andere stattfinden können. Nach ihm besteht die Ganglienkugel aus einer gekörnten, sehr zähen, fast wachsartigen Masse, welche weder in die Faser eindringen, noch den flüssigen Inhalt dieser in sich aufnehmen kann. Im Grunde widerlegt sich Wagner zur Hälfte selbst, wenn er sagt, dass die Moleküle der Ganglienkugel von einem z ä h e n, eiweissartigen Bindemittel zusammengehalten werden, wie sich daraus ergebe, dass der Inhalt nicht zerfliesse und bei geplatzter Zelle die Form ziemlich (oft vollständig Fig. V. f und VI. r) beibehalte*). Demnach dürften die von Wagner gegebenen Figuren, welche im Wesentlichen naturgetreu sind, eine andere Deutung verlangen. Bidder zeigt, dass der ölige Inhalt der Faser bei Quetschung in die sackförmige Erweiterung eindringen und die Faser vor sich herschieben könne. Dringt nun der ölige Inhalt so ein, dass er, statt die Kugel vor sich herzuschieben, zwischen diese und die Scheidenhülle sich einschiebt, so wird dies (namentlich bei den dunkeln Conturen der öligen Masse) den Abschein bieten, als dringe der Faserinhalt in's Innere der Zelle. Wenn ferner nach Wagner's Figuren der körnige Stoff der Ganglienzelle sich in die Fasern fortsetzt, so kenne ich zwar einen derartigen Anschein auch aus eigener Anschauung, glaube aber, dass dieses Ansehn täusche. Die Fasern, besonders die nicht ganz frischen, sind häufig mit einem scheinbar körnigen oder, wie viele Beobachter sich ausgedrückt haben, krümlichen Stoff angefüllt. Reicht dieser Stoff bis an die körnige Ganglienkugel, was meistens der Fall ist, so entsteht gar leicht das Ansehn, als setze sich die Substanz der Ganglienkugel in dem Inhalt der Faser fort. Auch ist in einigermassen unklaren Präparaten hierüber kein Aufschluss zu gewinnen, in hinreichend durchsichtigen dagegen wird die Kugel durch einen vollkommen deutlichen Contur vom Inhalt der Faser abgegrenzt.

Hätte gegenwärtige Mittheilung nicht die strengsten Beziehungen zu Bidder's Arbeit über die Ganglien, so würde ich sogleich Gelegenheit nehmen, auch die zweite wichtige Untersuchung Wagner's, nämlich die über Nervenenden zu besprechen. Vor der Hand muss ich mich auf die Bemerkung beschränken, dass ich in den Augenmuskeln des Frosches die von Wagner beschriebene Verzweigung der Nervenfasern zu wiederholten Malen auf das Deutlichste gesehen habe.

*) Was Zelle bei Wagner heisse, ist aus dem kurz gehaltenem Texte nicht mit Sicherheit zu entnehmen. Es kann mit diesem Worte die erweiterte Nervenhülle gemeint sein, aber möglicherweise auch eine für die Ganglienkugel besonders bestimmte Zellenmembran. Eine solche existirt nach Bidder nicht, dem ich auch hierin, wie überhaupt in allem was er p. 22 von der Ganglienzelle sagt, vollständig beitrete.

Beschreibung der Abbildungen.

(Sämmtliche Figuren sind bei 300maliger Linearvergrösserung gezeichnet.)

Taf. I.

Fig. 1. Ein kleines Nervenbündelchen aus dem Verbindungszweige zwischen der vorderen und hinteren Wurzel des Trigeminus beim Hecht, zur mikroskopischen Untersuchung ausgebreitet. Man übersieht die Einlagerung von Ganglienkugeln in erweiterte Stellen breiter Primitivröhren, so dass die Röhren von den Polen der oblongen Erweiterung ausgehen. Der theilweise geronnene Nerveninhalt ist entweder in die Erweiterungen eingetreten, so dass er grössere oder geringere Partieen der Ganglienzellen bedeckt, oder hat sich von denselben zurückgezogen, so dass nicht nur die Umrisse der Zelle unverhüllt sich darbieten, sondern einige Röhren überdiess in ihrem der Erweiterung zunächst angrenzenden Theile, die sonst vom Nervenmark herrührenden dunkeln Conturen eingebüsst haben, S. §. 11.

Fig. 2. Aus einem Spinalganglion von Gadus Lota; Einlagerung der Ganglienkörperchen in erweiterte Stellen schmaler Primitivröhren. Die Röhren gehen theils ganz offenbar von den beiden Polen der oblongen Erweiterungen aus, theils scheinen sie in kolbenförmige blinde Enden zur Aufnahme der Nervenzellen sich zu erweitern. S. §§. 23 und 24.

Fig. 3. Aus einem Spinalganglion von Gadus Lota. Die zur Aufnahme einer Ganglienzelle bestimmte Erweiterung einer primitiven schmalen Nervenröhre stellt sich als einseitige Ausbuchtung derselben dar, so dass die nicht von den Polen der Erweiterung ausgehenden Primitivröhren auch nicht in entgegengesetzter Richtung fortlaufen, sondern, in ein benachbartes Nervenbündel eintretend, in einer und derselben Richtung, die wahrscheinlich die peripherische ist, weitergehen. S. §. 25.

Fig. 4. Aus dem Ganglion N. vagi von einem in Spiritus aufbewahrten Zitterrochen. In eine breite Nervenfaser ist eine Ganglienzelle eingebettet, so dass die dazu bestimmte Erweiterung der Nervenröhre lange nicht vollständig ausgefüllt, vielmehr die Zelle ringsum von dem in eine feinkörnige Masse zerfallenen Nervenmark umgeben ist. Hier liegt wahrscheinlich nicht ein ursprüngliches Verhältniss, sondern eine Wirkung des Weingeistes vor; denn dass die Ganglienzelle collabirt sei, scheint auch wegen ihrer eckigen Gestalt angenommen werden zu müssen. S. §§. 17 und 30.

Fig. 5. Aus einem Spinalganglion von Gadus Lota. In eine breite Faser eingebettete sehr grosse Ganglienzelle, welche von so starken regelmässig concentrischen und durch feine Strichelung bezeichneten Bindegewebeschichten umgeben war, dass hierdurch eine auffallende Aehnlichkeit mit einem Vater'schen oder Pacini'schen Körperchen entstand. S. §. 28.

Taf. II.

Fig. 6. Aus dem Vagus vom Hecht. In eine breite Faser eingebettete Nervenzelle, die ausser dem von der primitiven Röhre herrührenden Umrisse noch von einer eigenen scharfen Grenzlinie umgeben sich zeigt, welche an den Uebergangstellen der Erweiterung in die cylindrische Röhre vollkommen deutlich hervortritt. S. §. 16.

Fig. 7. Eine Ganglienzelle von Gadus, in die Erweiterung einer breiten Nervenröhre eingebettet, von den mit dieser Erweiterung zusammenhängenden cylindrischen Röhren war die eine so glücklich abgerissen und so günstig gestellt, dass ihr Lumen ganz offen sich darbot. Wahrscheinlich in Folge des hier ausgetretenen Inhalts hatte nach dieser Seite hin die Membran der erweiterten Stelle sich in Längsfalten gelegt, die gegen die Oeffnung hin convergirten. S. §. 16.

Fig. 8. In eine breite Faser eingebettete Ganglienzelle; auf der einen Seite ist die Faser wohl erhalten, und ihr Inhalt hat sich in die Erweiterung hineingedrängt; auf der andern Seite hat sich, wahrscheinlich an der Stelle, wo die Nervenröhre abgerissen ist, ein Theil der zähen Ganglienkugelmasse hervorgedrängt. S. §. 16.

Fig. 9. *a*, völlig freie oder nackte Ganglienkugel vom Hecht; *c*, die Hüllen, aus denen dieselbe hervorgedrängt ist, und in welchen durch Essigsäure zahlreiche Kerne sichtbar gemacht sind; *b*, überaus heller glasartiger Faden, der zwischen der abgestreiften Hülle und Ganglienzelle sich hinzieht, und der inneren Substanz der Ganglienzelle angehört, da deren Peripherie vielmehr fein granulirt und gelblich tingirt ist. S. §. 15.

Fig. 10. Aus der Narbe des vor $2^1/_2$ Monaten durchschnittenen Hypoglossus eines Hundes, nach Behandlung der Präparate mit Essigsäure; es sind theils zahlreiche Kerne in einer homogenen Grundmasse hervorgetreten, so dass das Ganze vollkommen mit Bindegewebe übereinstimmt, theils hat in diesem die Bildung von Röhren und das Auftreten eines freilich noch nicht continuirlichen Inhalts begonnen. S. §. 46

Fig. 11, 12, 13. Zur Erläuterung der Bildungsweise der Nerven im bebrüteten Hühnchen. 11) Anlage eines Quintuszweiges aus einem acht- bis neuntägigen Hühnchen, eine graue halbdurchscheinende, fein punctirte Masse darstellend, in welcher dunklere Körnchen eingestreut sind. 12) Dieselbe Substanz nach Zusatz von Essigsäure, wodurch die ganze Masse hell wird, die Kerne deutlich hervortreten, aber von sonstiger Organisation sich keine Spur findet. 13) Ein vom Ganglion des Trigeminus ausgehender Zweig, vom 12ten Tage der Bebrütung; hier hat die Masse ein gestricheltes oder gefaltetes Ansehn anzunehmen begonnen und es sind nur sparsame und schwache Andeutungen der Kerne übrig geblieben. S. §. 38.

Fig. 14. Ein Wurzelfädchen des Nerv. vagus vom Kalbe, aus dessen Innerem zwei Ganglienzellen undeutlich durchschimmern, während zwei andere an dem Rande des Präparats beerenartig hervorragen; in dem Stiele der einen sind zwei Nervenfasern mit Sicherheit zu erkennen, worauf die Vermuthung gestützt werden kann, dass auch die Zelle in eine erweiterte Stelle der Primitivröhre eingelagert ist. S. §. 20.

Fig. 1.

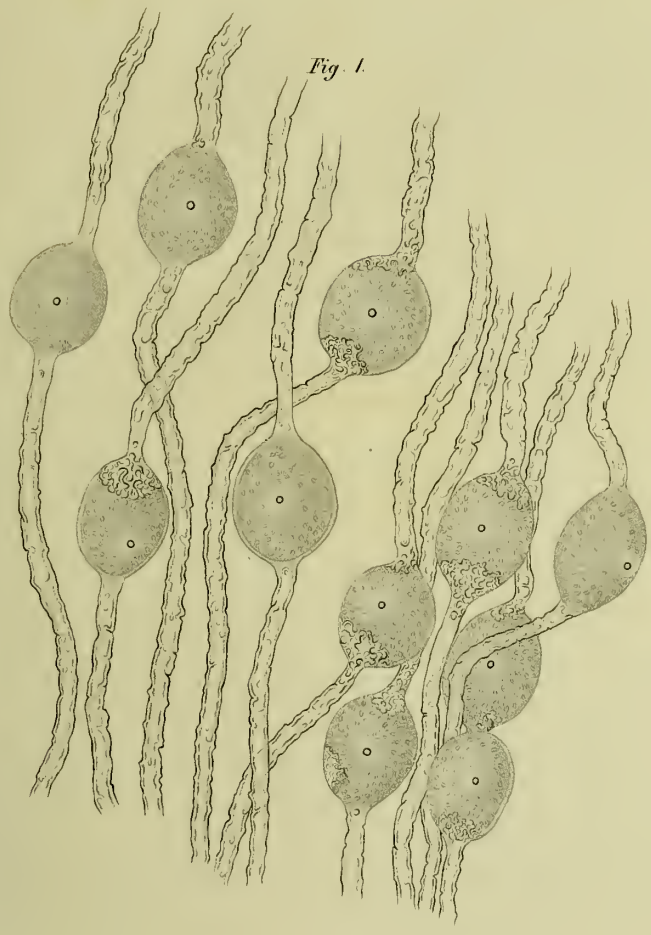


Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

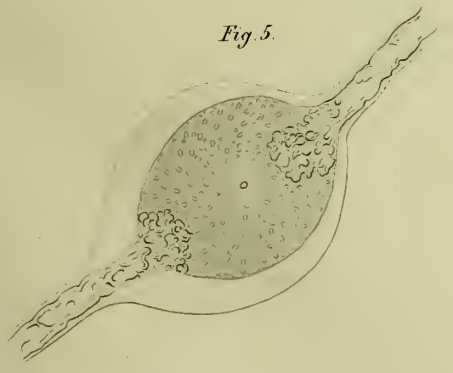


Fig. 3.

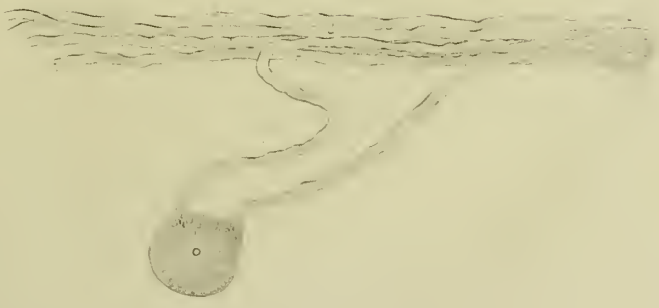


Fig. 6.

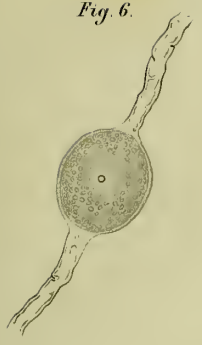


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

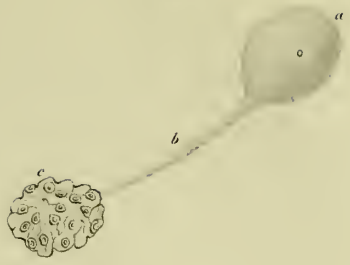


Fig. 10.

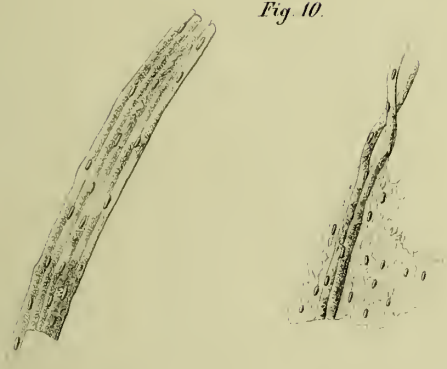


Fig. 11.

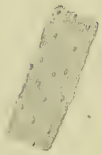
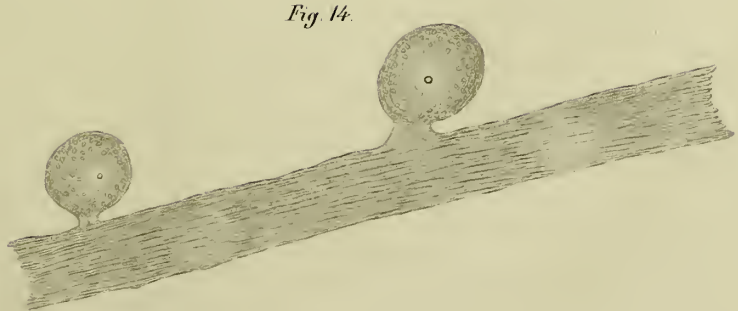


Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.



Reichert del.

Stich v. Serz & Cie in Nurnberg